

El estudio de las implicaciones bioéticas de cada descubrimiento científico y de sus aplicaciones constituye una exigencia fundamental para la toma de decisiones democráticas. Cuando se trata de nanociencia y nanotecnología, esto implica un esfuerzo adicional ya que es preciso lograr la comprensión de una realidad invisible que permite la producción de materiales que conllevan un cambio de escala en las formas de vida, cuyo impacto y aceptabilidad públicas no tiene referentes previos.

Así, en los distintos capítulos de este libro, se identifican y definen algunos de los problemas bioéticos suscitados por la investigación en nanociencia y sus aplicaciones nanotecnológicas. Los diversos autores analizan las condiciones de riesgo para la salud, la integridad, la seguridad o el impacto medioambiental de las nanotecnologías, en el propio proceso investigador y en sus potenciales aplicaciones, efectuando una perspectiva social que tiene en cuenta las repercusiones que puedan producirse en los Derechos Fundamentales Implicados. Se trata de un enfoque interdisciplinario, que se beneficia del trabajo conjunto y la puesta en común de las distintas perspectivas, para detectar y cartografiar áreas problemáticas respecto a la salud, el medio ambiente, la equidad, el riesgo y la seguridad.

Directora de la colección
María Casado

Observatorio de Bioética y Derecho

Parc Científic de Barcelona
C/ Baldiri Reixac, 4-6, Torre D, 4º
08028 BARCELONA (España)
Teléfono / Fax (+34) 93 403 45 46
E-mail: obdd@pccb.ub.es
www.bioeticayderecho.ub.es

Bioética Nanotecnología
Políticas Públicas Biología Sociología
Filosofía Derecho
Antropología Economía Biotecnología
Genética Medicina

C. M. 80004929



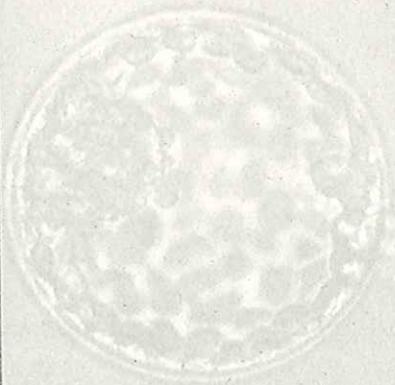
9 788447 035090

Coordinadora
María Casado

Bioética y Nanotecnología

Bioética y Nanotecnología

Coordinadora
María Casado



CIVITAS

CIVITAS



Observatori de Bioètica i Dret de l'Universitat de Barcelona



THOMSON REUTERS

www.bioeticayderecho.ub.es

ción de las tecnologías emergentes con la sociedad basada en las necesidades humanas, la justicia social y la sostenibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Beck, U., *Risk Society*, London, Sage, 1992.
- BUXÓ REY, M. J., «Science in a cultural key», *Barcelona, Contributions to Science*, 2, (4) 525-528, 2004.
- «Nanociencia: transfigurar la material cultural», en *Arte, Arquitectura Digital, NetArt y Universos Virtuales*, <http://www.ub.edu/artyang>, 2008.
- CULLITON, B., 1985, «The public and the media», R. CLARKE (ed.), *Science and Technology in World Development*, Oxford, Oxford University Press, p. 147, 1985.
- DOUGLAS, M., *La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*, Madrid, Paidós, 1996.
- DREXLER, E., *Engines of Creation*, New York, Anchor Press, 1986.
- GIDDENS, A., 1991, *Modernity and Self-Identity: Self and Society in the Late Modern Age*, Cambridge, Polity Press, 1991.
- KUHN, T. S., *The Essential Tension*, Selected Studies in Scientific Tradition and Change, Chicago, Chicago University Press, 1977.
- LATOUR, B., *Ciencia en acción*, Barcelona, Ed. Labor, 1992.
- MERTON, R. K., *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, Chicago Univ Press, 1973.
- *Nature*, Nanotechnology Editorial, 2, 2007.
- RORTY, R., *¿Esperanza o conocimiento? Una introducción al pragmatismo*, México, F. C. E., 1997.
- SAHLINS, M., *Cultura y Razón Práctica*, Barcelona, Gedisa, 1988.
- SMALLEY, R. E., «Of Chemistry, Love and Nanorobots», *Scientific*.
- VIRILLO, P., *Un paisaje de acontecimientos*, Buenos Aires, Paidós, 1997.
- WOOLGAR, S., *Ciencia: Abriendo la caja negra*, Barcelona, Editorial Anthropos, 1991.

Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico

Capítulo 5

José MANUEL RODRÍGUEZ VICTORIANO

*Todos los maestros dijeron siempre que la fábrica es un asunto demasiado serio para que esté en manos de los obreros, que la tierra es demasiado grave y pesada para los campesinos; es el argumento de la esclavitud. Es el argumento del dominio. Hay que saber ciencia para dominar el mundo, no es necesario saberla para dominar la ciencia. Y así como los que tienen en la mano el dominio pueden ser fantoches o monigotes cuando en ese lugar peli-groso se requerrían sabios entre los sabios».

Michel SERRES (1991:120)

SUMARIO.-I. INTRODUCCIÓN: EL FUTURO YA ESTÁ AQUÍ O EL PRESENTE DE LA TECNOLOGÍA COMO «FIN DE LA HISTORIA».-**II.** CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y EMANCIPACIÓN SOCIAL: DE LA CRÍTICA A LA CIENCIA EMANCIPADORA.-**III.** LAS RUPTURAS EPISTEMOLÓGICAS QUE POSIBILITAN UN NUEVO SENTIDO COMÚN DE CARÁCTER EMANCIPADOR.-**IV.** INVESTIGACIÓN SOCIAL CRÍTICA, REPRESENTACIONES SOCIALES DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y DEMOCRATIZACIÓN DE LA CIENCIA.-**V.** DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN A LA SOCIEDAD CIENTÍFICAMENTE INFORMADA.-**VI.** LA INVESTIGACIÓN SOCIAL DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES: HACIA UNA DEMOCRATIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.-BIBLIOGRAFÍA.

La globalización neoliberal de las últimas décadas ha traído aparejadas inmensas transformaciones económicas, políticas y sociales. La reorganización del sistema capitalista que surge de este período se ha concretado socialmente en el incremento de la vulnerabilidad social y en el crecimiento de las desigualdades sociales, dando lugar a la emergencia de la llamada «nueva cuestión social». El planteamiento que aquí se sigue sostiene que investigar el papel que como instrumento científico y la tecnología juegan en el capitalismo cognitivo como intensificadores de las formas de desigualdad resulta necesario para entender y completar la comprensión de las diferentes dimensiones

de las desigualdades económicas, sociales y culturales de la actual globalización neoliberal. La tesis de fondo sostiene que en el actual capitalismo cognitivo no se puede hablar de sociedades democráticas, con rigor científico, mientras no se hayan democratizado las decisiones sobre los usos sociales de la ciencia.

I. INTRODUCCIÓN: EL FUTURO YA ESTÁ AQUÍ O EL PRESENTE DE LA TECNOLOGÍA COMO «FIN DE LA HISTORIA»

«El científico debe patear las empresas para conocer sus necesidades».

Daniel Ramón¹ C.S.I.C. (Premio Juan de la Cierva 2008 en transferencia de tecnología)

Sostiene el sociólogo portugués Joao Arriscado Nunes (2002) que de las dos características que propiciaron el nacimiento de la ciencia moderna —el inconfesado crítico frente a los dogmas y el afán de dominar el mundo—, la actual globalización neoliberal está haciendo desaparecer la primera ante la apabullante hegemonía de la segunda. En este nuevo contexto, la interrelación entre el orden económico capitalista y el poder político han amplificado hasta extremos inauditos la dominación del mundo, esta dominación se legitima invocando una nueva autoridad inapelable: los saberes científicos-técnicos y sus beneficios económicos, sociales e individuales. La convergencia profunda de las tecnologías de la información con la genética y la biotecnología, la nanotecnología y las ciencias del conocimiento, las llamadas NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno) han devenido el máximo exponente de dicha autoridad y sus ingentes beneficios. Tal y como señalaba a principios del nuevo milenio el informe estadounidense de Mihail Rocco y William Bainbridge (2002): «Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology. Information technology and cognitive science», las tecnologías convergentes suponen la mayor revolución de todos los tiempos ya que, entre otras cosas, como señala Adolfo Castilla (2008), permitirá a los individuos expandir sus habilidades de conocimiento y comunicación, aumentar sus capacidades físicas, mejorar su salud, aumentar las capacidades de entendimiento social, la seguridad y, por supuesto mejorar la productividad y el crecimiento económico. En esta misma dirección, aunque un poco menos entusiasmada respecto a las implicaciones económicas y sociales se pronunciaba el posterior informe de la Comisión Europea (Norman, 2004), «Converging technologies: Shaping the future of european societies».

1. Entrevista con Daniel Ramón, Profesor de investigación del Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos CSIC). Levante 20 enero 2008.
2. A pesar de ello, el optimismo del informe respecto a los potenciales beneficios de las tecnologías convergentes no deja lugar a las dudas, el informe concluye afirmando:

5. *Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico*

Simultáneamente, la divulgación científica a través de los medios de comunicación reproduce y amplifica el optimismo prometido de los informes de los expertos. Un mínimo análisis sociológico del contenido de las noticias científicas de los medios de comunicación que construyen la opinión pública en la sociedad española, muestra la vinculación directa de la ciencia y sus aplicaciones con la secuencia de progreso individual y social. Como en el caso de los dos informes de expertos citados más arriba, las dimensiones más problemáticas de dichas aplicaciones o son excluidas o se relegan al apartado de las consideraciones éticas, más tarde volveré sobre esta cuestión. Así, las noticias en torno a la manipulación de la vida biológica y la intervención en los procesos de reproducción y desarrollo de los organismos vivos de las biotecnologías destacan en los inmensos beneficios que depararán tanto para la salud y la longevidad humana, como para la resolución definitiva de los problemas de la agricultura, de la alimentación o del medio ambiente. Otro tanto se puede decir de las referidas a las nanotecnologías que amplifican y prolongan a otros campos de la vida humana las promesas anteriores. Por último, las referidas a la sociedad red del capitalismo cognitivo auguran los beneficios de una nueva economía, de unas nuevas formas de gestión públicas y privadas, de una nueva cultura y de unas nuevas formas de participación en la política. Por separado o convergiendo, la presentación mediática de estos tres desarrollos de la tecnología, o bien, asumen, implícita o explícitamente, la ciencia como una nueva religión secularizada cuya observancia nos proveerá de grandes beneficios en este mundo, o bien, trasmiten una ideología de la ciencia que equipara el progreso de la ciencia con el progreso humano, capaz de proporcionar en el presente de beneficios económicos, sociales e individuales sin riesgos reseñables. En suma, la realidad del proyecto de dominación fáustico (Sisula, 2005) de la ciencia, que posibilita las tecnologías convergentes, caracterizado por su pretensión totalizadora de apropiación y dominio de la naturaleza tanto exterior como interior al cuerpo humano, se enmascara en su divulgación mediática como mejora de las condiciones de vida de la mayoría de los hombres y del crecimiento económico de sus sociedades.

Veamos un par de ejemplos. El primero ilustra cómo el científico puede funcionar como la religión secularizada en el capitalismo cognitivo y

(2004:51): «The citizens of Europe Hill Benefit it CTEKS (Converging Technologies for the European Knowledge Society) are geared toward health care, information processing and communication, environmental remediation. Energy supply, and other areas of public interest and personal concern. CTEKS allow for the exploitation of technological potential and economic opportunity to satisfy pressing needs in Europe and in the developing World».

simultáneamente puede acudir en auxilio de «otras» religiones en forma de instrumento didáctico. La noticia procede de *Tecno World*³, un sitio web 2.0 que recopila los titulares y resúmenes en español de las noticias de tecnología que consideran más importantes entre aquellas que se publican en el mundo. En dicho portal una de las noticias más votadas en los últimos meses fue la aparecida el 18 de diciembre de 2007 en un periódico de San Petersburgo, su encabezamiento decía: «Los científicos crearon la nanobiblia». La noticia daba cuenta de cómo Investigadores de Technion, el Instituto de Tecnología de Israel, habían conseguido empaquetar las 308.428 palabras de la Biblia hebrea en un chip de silicóna recubierto de oro con un tamaño —un cuadrado de 0,5 milímetros—, más pequeño que la cabeza de un alfiler. El proyecto de la nanobiblia había sido desarrollado por el instituto como parte de un programa educativo destinado a estimular el interés de la nanociencia entre adolescentes.

La segunda noticia procede del periódico EL PAÍS, el diario de mayor difusión en España, en su sección *Vida&artes* del día 18 de febrero de 2008 presentaba el artículo más extenso que ha publicado hasta la fecha sobre las nanotecnologías; también el primero que ha situado fuera de su sección de divulgación científica denominada «Futuro». El título rezaba: «Pensar en pequeño para crear a lo grande» y comenzaba del siguiente modo: «En 1961, el presidente de Estados Unidos, John Fitzgerald Kennedy marcó la conquista del espacio como una nueva frontera para su país. Casi 40 años más tarde otro presidente, Bill Clinton, situaba esa frontera en otro espacio inmenso aunque mucho más pequeño. «Imagínense reducir toda la información ubicada en la Biblioteca del Congreso en un artefacto del tamaño de un terrón de azúcar», dijo Clinton. Nació así la Iniciativa Nacional de Nanotecnología en Estados Unidos, un plan copiado pronto por el resto de los países competidores, que pretendía estimular la ciencia y la economía a través de esta prometedora ciencia basada en la manipulación de la materia a escala atómica». La noticia continuaba saltando del pasado a nuestro futuro inmediato, convertido en presente: «El futuro de lo que comemos, compramos, observamos, padecemos e investigamos pasa por la nanotecnología. Dos motores mueven esa ciencia. El primero es el económico: más pequeño significa más barato. El segundo motor es puramente científico y, como siempre, plantea otras inquietudes más filosóficas: la posibilidad de imitar a la naturaleza, es decir, colocar los átomos donde queramos a través de la química...».

Las noticias anteriores nos muestran, en la primera, cómo se puede ir de la ciencia a la religión para volver a la nanociencia desde la nanorreligión

3. <http://tecnos.com/world/index>.

y todo ello sin cuestionar las promesas de progreso económico e individual del capitalismo cognitivo. Si interpretamos su sentido, podemos observar cómo la sacralización de la ciencia implica, como ha señalado Jaques TESTART (2006), institucionalizar las verdades del momento como inmutables; hacer que las defiendan sacerdotes intocables; rechazar violentamente toda nueva idea si obliga a corregir los dogmas de los antiguos paradigmas y, por último, una suerte de «fe» en el progreso científico⁴ que impide todo debate sobre las orientaciones de la investigación. Como oportunamente ha destacado LIZCANO (2006:250), es precisamente la pretensión de la ciencia de constituirse como discurso verdadero por encima de las ideologías, saberes y opiniones particulares, su capacidad de persuadirnos de que no estamos siendo persuadidos la que la constituye como ideología dominante.

Por otra parte, la ciencia como ideología dominante conlleva la cancelación del pasado y del futuro que quedan subsumidos en el presente, la aceptación de la idea del fin de la historia, que supone, en última instancia, un importante soporte de legitimidad para el capitalismo neoliberal. En palabras del sociólogo portugués Boaventura de Sousa SANTOS (2007:51): «El grado de verdad de la teoría de fin de la historia consiste en que esta teoría supone la máxima conciencia posible de una burguesía internacional que ve finalmente el tiempo transformado en la repetición automática e infinita de su dominio. De este modo, el largo plazo colapsa en el corto plazo y, éste que fue siempre el marco temporal del capitalismo, permite finalmente a la burguesía producir la única teoría de la historia verdaderamente burguesa: la teoría del fin de la historia... La idea de repetición es lo que permite al presente extenderse gradualmente sobre el pasado y el futuro devorándolos».

En suma, la necesidad de realizar una transición de la ideología de la ciencia a la ciencia crítica (CURRUFFE, 2003) y de ésta a una ciencia emancipadora, son los primeros pasos en el camino hacia una democratización real

4. La «fe» en el progreso científico es explícita en los orígenes de la ciencia occidental en general (LEWENSKI, 2008) y de las ciencias sociales en particular. Como ha observado J. M. NARRDO (1987:10), dicha fe y el celo misionero de los apóstoles de los nuevos evangelios científicos queda atestiguado en el título de muchas de sus obras tales como: *Catecismo de la nueva concepción de la sociedad* (OWEN, 1987), *Catecismo de las industrias* (SANT-SIMON, 1823-1824), *Sistema de la política positiva, o Tratado de sociología incluyendo la religión de la humanidad* (COMTE, 1851-1854)...; En las elaboraciones de los clásicos inmediatamente posteriores, en concreto en WEBER, dicha fe se convierte en objeto de análisis y reflexión. Para WEBER (VARELA Y ALVÁREZ-URIA, 2004:253), las primeras bases de la ciencia moderna emanan de mentes católicas y, sin embargo, los primeros intentos de aplicar la ciencia a prácticas objetivas son predominantemente protestantes. En esta dirección, queda abierta la pregunta sobre la medida en que la racionalidad de los medios de la ciencia contemporánea ha sido impregnada por la irracionalidad de los fines del espíritu del capitalismo y de la creencia religiosa.

del conocimiento científico que posibilite la participación ciudadana en la decisión sobre sus usos. Como ha sintetizado LÓPEZ CEREZO (2007:133), se pueden distinguir tres formas de entender la democratización de la ciencia, a saber, la alfabetización científica, es decir, «llevar la ciencia a los ciudadanos», la reorientación de las políticas de ciencia y tecnología hacia la demanda social, hacia las sensibilidades sociales y, finalmente, la apertura de las políticas en materia de ciencia y tecnología a las opiniones y participación de los ciudadanos que es a la que habitualmente suele referirse la literatura sobre el tema (FISHER, 2000; LEACH, *et al.* 2005). La democratización real del conocimiento científico supone una profundización en este último sentido que haga posible asumir tanto la democracia en la ciencia⁵ como las decisiones democráticas sobre sus usos en la sociedad⁶. Desde este lugar, la cuestión epistemológica: por qué es verdadera la ciencia; se completa con dos cuestiones más. La antropológica: por qué se cree que es verdadera, y la política: a qué intereses sirve esa creencia.

II. CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y EMANCIPACIÓN SOCIAL: DE LA CRÍTICA A LA CIENCIA EMANCIPADORA

«La ciencia no puede contentarse con la idea de que el único modo de saber si una seta es venenosa sea comérsela».

N. GEORGESCU-ROEGEN (1996:97)

La Revista Crítica de Ciencias Sociales dedicó en 1999 un monográfico a la revisión crítica de la teoría social. En este monográfico Joao Arriscado Nunes (1999), inspirándose en el concepto de articulación de Stuart Hall, escribe un artículo titulado «Para além das "duas culturas": tecnociencias, tecnoculturas e teoria crítica» donde plantea una serie de importantes reflexiones.

5. En una reciente entrevista en Euractiv.com (WWW.euractiv.com/en/science/interview-democracy-science-need/), el matemático y filósofo francés, Michel SERRES señalaba la necesidad de democratizar la ciencia y afirmaba: «It is necessary to answer people's concerns -to answer them and not to explain. For two milenio the scientific field has concentrated on offering science without listening to people's demands».
6. Jorge RIKCHMANN (2004) recoge diferentes experiencias europeas recientes de participación democrática en las decisiones sobre ciencia y tecnología. Desde la propuesta del «miniipulus» de Robert DAH, que consiste en un comité de unos mil ciudadanos y ciudadanas elegidos al azar, conectados mediante telecomunicaciones y asesorados por expertos que tendrían por tarea deliberar sobre una cuestión de particular importancia para la comunidad; pasando por las «Consensus conferences» o tribunales de ciudadanos, donde un grupo de ciudadanos escogidos al azar pero cuidando su representatividad reciben información sobre una cuestión políticamente relevante, luego se reúnen en un seminario de tres días, donde tras escuchar y preguntar a expertos a favor y en contra del tema acaban, acaban elaborando un informe final de conclusiones.

5. *Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico*

xiones para superar la división entre la cultura de las humanidades y la cultura de las ciencias, tecnociencias y tecnoculturas, en dirección a reconfigurar el conocimiento científico y posibilitar la creación de formas innovadoras de intervención cultural y política de carácter democrático y emancipatorio. Este objetivo, señala NUNES, exige por una parte, una nueva configuración de los saberes y de las ecologías del conocimiento, una redefinición de los productores y de las condiciones de producción de los saberes. Es decir, una revisión crítica de las jerarquías y de las fronteras culturales que naturalizan y presentan como inmutables la separación entre ciencias y humanidades, y ciencias sociales y ciencias sociales, naturaleza y cultura, expertos e ignorantes, conocimiento especializado y sentido común.

Por otra, plantea la necesidad de dos transiciones. El paso, en primer lugar, de una crítica de la ciencia a una ciencia crítica; y la transición, en segundo lugar, de una teoría crítica de la sociedad a una teoría de la sociedad crítica. En esta segunda transición la competencia de la crítica asociada a un privilegio epistemológico —el de las ciencias sociales—, pasaría a ser una competencia ampliamente distribuida y reparada entre los ciudadanos, permitiendo el acceso al conocimiento de las cuestiones sociales que implican el desarrollo de la tecnociencia y la participación democrática ciudadana sobre sus usos. Se trataría en palabras de NUNES de un proyecto que apunta hacia un nuevo sentido común, informado por las tecnociencias, pero también capaz de ejercer un efecto de transformación sobre éstas, incorporando otras formas de conocimiento y otras formas de intervención y decisión culturales y políticas de carácter emancipatorio. En lo que sigue del presente apartado se desarrolla esta cuestión con más detalle.

Desde esta perspectiva de una ciencia crítica, los usos sociales de la ciencia aparecen en un primer plano (SANTOS 1989: 10). Por encima de la opción epistemológica sobre lo que la ciencia sea, se impone la reflexión sobre lo que la ciencia hace. La reflexión epistemológica sobre la ciencia no sólo debe dar cuenta de «la ciencia que se hace» en tanto que práctica de conocimiento sino que necesariamente debe explicar «lo que la ciencia hace», en tanto que práctica social. Dar respuesta a estas preguntas nos enfrenta a dos exigencias: la primera implica que para poder comprender la ciencia como práctica de conocimiento y para poder entender cualquiera de sus partes (las diferentes disciplinas científicas) hemos de tener algún tipo de comprensión de cómo trabaja su «todo»; y, simultáneamente, que para comprender su totalidad hemos de tener algún tipo de comprensión de cómo trabajan sus partes.

La segunda exigencia supone que lejos de aceptar sin discusión los principios absolutos de la ciencia, de lo que se trata es de comprender la ciencia

en cuanto práctica social de conocimiento. Una práctica en relación dialéctica con el mundo y sus luchas por la conservación o transformación del orden social que lo regula. En definitiva, inscribir e interpretar el conocimiento científico en la tensión entre la regulación del orden social dominante y su transformación en un sentido progresista.

El principio general de la orientación de este programa hermenéutico, es sustancialmente pragmático. Afirma que el objetivo existencial de la ciencia está fuera de ella, su objetivo consiste en democratizar y profundizar la sabiduría práctica, en suma, el hábito democráticamente participado por el conjunto de la sociedad, y no por sólo por alguna de sus partes dominantes, de decidir con mayor conocimiento sobre los fines colectivos. Para ello, es necesario volver comprensible el papel que juega la ciencia en la sociedad, explicar las condiciones de producción y apropiación del conocimiento y cómo esas condiciones tienen efectos políticos al potenciar o disminuir los diferentes y a menudo contrapuestas objetivos y estrategias de los sujetos sociales (GONZÁLEZ-CASANOVA, 2004).

A su vez, trabajar en la tarea de volver comprensibles las construcciones teóricas que desde la ciencia explican la sociedad y la transforman y cosifican en múltiples objetos teóricos, y potenciar su vinculación con otros saberes prácticos de conocimiento social. Esta tarea de desvelamiento es especialmente necesaria para las Ciencias Sociales, cuyas corrientes dominantes se han construido sobre un olvido interesado, han olvidado que las ciencias sociales son también una práctica social. En el siguiente apartado se presentan algunos pasos necesarios para recuperar dicha memoria.

III. LAS RUPTURAS EPISTEMOLÓGICAS QUE POSIBILITAN UN NUEVO SENTIDO COMÚN DE CARÁCTER EMANCIPADOR

«La ética de la responsabilidad es un sistema cerrado sólo tiene un nivel y su supervivencia es función de que no se rebese ese nivel. La ética de la (eco) responsabilidad es un sistema abierto tiene muchos niveles y su supervivencia es función de la supervivencia de todos los niveles. Niveles individuales (yo), niveles sociales (los grupos que me incluyen), niveles naturales (los nichos ecológicos de esos grupos). Y hay contradicciones entre esos niveles: yo puedo explotar mi medio social, mi sociedad puede explotar su medio natural. De nada vale la supervivencia de un sistema si no sobreviven todos los sistemas que lo contienen. Mi supervivencia es función de la supervivencia de todo el universo y yo soy responsable de él».

Jesús Leáñez (1997:472-473)

La evolución histórica del conocimiento científico abarca el recorrido delimitado por, en el punto de partida, la constitución de la ciencia clásica

5. Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico

durante el protocapitalismo y la emergencia del paradigma liberal y por, en el punto de llegada, la ciencia contemporánea, la progresiva consolidación del llamado paradigma de la «complejidad», en un nuevo contexto socio-histórico: el nuevo orden mundial impuesto por un rejuvenecido capitalismo ultraliberal. Este recorrido implica varias rupturas epistemológicas, teóricas y políticas que lo hacen posible (Rodríguez Victoriano, 2004). A grandes rasgos, la primera ruptura, supone el nacimiento de la ciencia moderna y consiguiente un modelo de conocimiento cuantitativo y mecanicista, un modelo que lida un modelo de conocimiento sea ley para la razón y, a su vez, que la razón hace posible que la naturaleza sea ley para la razón y, a su vez, que la naturaleza sea ley para la naturaleza. Sus procedimientos operacionales buscan la naturalización de la dominación social, y proponen, el estudio de los fenómenos sociales como si fueran cosas «naturales».

La primera ruptura epistemológica de la que surge la ciencia moderna es sobre todo una ruptura contra el saber «común», articulada a partir de dos instrumentos: el empírico que busca la adecuación a la realidad y el teórico que busca la coherencia lógica del discurso. En términos históricos, hacia el siglo XIX este proceso estará consumado. Por su parte, la segunda ruptura y la transición hacia el paradigma de la complejidad tiene que ver con el gran avance teórico que propició el propio desarrollo de la ciencia moderna. Un desarrollo que llevó, en las décadas finales del siglo XIX y en las iniciales del XX, a la constatación de la imposibilidad de las propuestas empírica y teórica del modelo anterior: la irreversibilidad termodinámica, el principio de indeterminación y el de incompletitud expresaron esta fractura. La armonía newtoniana da paso, desde las teorías contemporáneas del conocimiento científico, al orden oculto del caos (BALANDIER, 1990).

El conocimiento se interroga sobre su propia posibilidad, y el resultado es que la ciencia adquiere conciencia de sus límites, de la imposibilidad de lograr una descripción totalmente lógica del mundo desde ningún lenguaje formal ya que cualquier sistema formal contiene, parcialmente, una referencia tación de sí mismo⁷. Las paradojas de la reflexividad y la auto-referencia

7. Con la agudeza que le caracteriza, Slavoj Žižek (2004: 33-34), en *A propósito de Lenin. Política y subjetividad en el capitalismo tardío*, Buenos Aires, Artuel/Parusis, ha planteado esta cuestión. Su argumentación es la siguiente: «El problema de la teoría del reflejo de Lenin reside en su idealismo implícito: su insistencia compulsiva en la existencia de la realidad material fuera o independientemente de la conciencia... lo que esta metáfora omite considerar es el hecho de que la parcialidad (la distorsión) de la reflexión subjetiva. Ocurre precisamente porque el sujeto está incluido en el proceso que refleja», para concluir con estas palabras: «debemos afirmar que el conocimiento "objetivo" de la realidad precisamente es imposible porque nosotros (la conciencia) siempre, ya somos parte de ella, estamos en su medio. Lo que nos separa de la realidad es nuestra misma inclusión ontológica en ella».

inundan el campo del conocimiento científico. El desarrollo del saber científico conduce a la conciencia de la incertidumbre, al reconocimiento que la simplicidad y la estabilidad del mundo newtoniano son la excepción y no la norma, la complejidad deviene la nueva norma.

Las últimas décadas del siglo XX consolidan el paradigma de la complejidad o cualitativo. A través de él se ilumina la cara oscura de la socialización de la naturaleza, de sus construcciones simbólicas y de sus efectos reales. Y se da entrada a dos perspectivas nuevas. La primera permite enfocar el estudio de los fenómenos naturales como si fueran cosas sociales. Un territorio donde, como ilustra uno de los mayores representantes de este constructivismo simbólico, el popular sociólogo del «riesgo» Ulrich Beck hablar de naturaleza como no-sociedad significa exponerse a no captar la realidad contemporánea por estar utilizando categorías de otros siglos. La «naturaleza» para Beck, es todo menos «natural» ha devenido «un concepto, una norma, un recuerdo, una utopía, una contrapropuesta» (1998: 68). En el artículo titulado *La ecología en el pensamiento de fin de siglo*, Jesús Ibáñez (1997: 488), caracterizaba las implicaciones del paradigma de la complejidad con los siguientes cinco rasgos: supone, en primer lugar, ir de lo simple a lo complejo, como la trama de la vida y el pensamiento donde un genotipo simple genera -por absorción del azar- un fenotipo complejo; implica, en segundo lugar, integrar el azar, asumir la dimensión creadora del caos; en tercer lugar, frente a la idea de que sólo hay ciencia de lo general, implica dar cuenta de lo singular de la singularidad de los sujetos y de la del mundo; implica en cuarto lugar, analizar cada sistema en sus relaciones con sus ecosistemas, un sistema es un trozo de ecosistema que se ha desajustado de él; supone, por último, incluir al observador en la observación, el objeto es un producto de la acción objetivadora del sujeto.

En suma, la segunda perspectiva, vinculada al paradigma de la complejidad, abre una nueva dialéctica más realista entre, por una parte, naturaleza y sociedad; por otra, sociedad y naturaleza, y atiende no sólo a las representaciones y construcciones simbólicas, en las que insiste Beck, si no, también, a esta segunda perspectiva es posible dar cuenta de los flujos de energía. Desde ciones del actual sistema de producción capitalista y de las actua-la explotación hasta límites irreversibles de la naturaleza es la dimensión energética de la actual socialización de la naturaleza por parte de la globalización capitalista y sus tecnologías convergentes. Dicha dimensión, guiada por el beneficio económico como único criterio, nos permite entender, en nuestro inmediato presente, la ausencia generalizada del llamado, «Principio de Precaución» a la hora de poner en marcha las innovaciones tecnológicas.

5. *Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico*

La tercera ruptura es un proceso en construcción. Se vincula con el concepto de intelectual colectivo, comporta un compromiso explícito del conocimiento científico, con la praxis de transformación social en un sentido emancipador. Integra las elaboraciones propias de la segunda ruptura pero asume, radicalmente, el carácter político de todo conocimiento humano y lo vincula explícitamente con las ciencias sociales críticas y un proyecto social emancipador. Se trata de una propuesta epistemológica para ir más allá de la segunda ruptura y convertir el conocimiento científico que de ella emerge en un «nuevo» sentido común, científicamente informado, de carácter «emancipador» capaz de romper con el sentido común conservador de la ideología neoliberal. Si la primera ruptura epistemológica construye la ciencia moderna contra el sentido común dominante (un conocimiento pre-judicioso, conservador mistificado y mistificador); la segunda ruptura dibuja los límites de la ciencia clásica y se abre al paradigma de la complejidad; por último, la tercera, de carácter cualitativo dirige el conocimiento científico al sentido común⁸, lo informa científicamente y lo transforma en un nuevo sentido común de carácter emancipador.

Como hemos visto, en las tres rupturas anteriores se combinan elementos epistemológicos, antropológicos y políticos, la importancia concedida a cada uno de ellos las diferencia entre sí. Aplicando a los estudios sociales de la ciencia el esquema anterior podemos diferenciarlos en tres tipos. Siguiendo a IRANZO Y BLANCO (1999); BOURDIEU (2003) Y LIZCANO (2006); la sociología de la ciencia de MERTON estaría en el primer grupo. Esta perspectiva privilegia la dimensión epistemológica, describe la comunidad científica como una máquina comunicativa casi perfecta, explica cómo los científicos son los únicos capaces de producir conocimiento verdadero su comunismo, universalismo y desinterés garantizan la racionalidad, acumulación y el progreso de la ciencia. La crítica a esta posición, a partir de los sesenta con los nuevos estudios en sociología de la ciencia dará lugar a la segunda ruptura

8. Boaventura de SOUSA SANTOS caracteriza el sentido común del siguiente modo: «El sentido común es práctico y pragmático, se reproduce junto con las trayectorias y las experiencias de vida de un grupo social dado y en esa relación de correspondencia inspira confianza y seguridad. El sentido común es transparente y evidente, desconfía de la opacidad de los objetivos tecnológicos y del esoterismo del conocimiento en nombre del principio de igualdad de acceso al discurso a la competencia cognitiva y lingüística. El sentido común es superficial porque desdén las estructuras que están más allá de la conciencia y, por eso mismo, está en una posición privilegiada para captar la complejidad horizontal de las relaciones consientes entre las personas y las cosas. El sentido común es poco disciplinado y metódico... privilegia la acción que no conlleva rupturas significativas con lo real... es retórico y metafórico no enseña, persuade y convence... aúna la utilidad con el uso, lo emocional con lo intelectual y lo práctico» (2000:108).

epistemológica de carácter más antropológico con tres enfoques diferenciados. El llamado *programa fuente* de sociología del conocimiento (D. Bloor, 1998); *las técnicas de análisis del discurso* aplicadas a la reconstrucción de los textos científicos (B. LATOUR y F. BASTIDE, 1988); *los estudios de carácter etnográfico* sobre los estudios en laboratorio (B. LATOUR, 1983 y S. WOOLGAR, 1986). Por último, la tercera ruptura en los estudios sociales de la ciencia radicalizará la posición anterior y asumirá el papel explícitamente político de los usos sociales de la ciencia y el papel de la participación democrática para decidir sobre ellos (B. SANTOS, 1989; P. BOURDIEU 2003). Desde esta perspectiva se posibilita una ciencia crítica de carácter explícitamente emancipador. Las dimensiones que caracterizan esta tercera ruptura siguiendo a SANTOS serían las siguientes:

- a) la solidaridad, en cuanto forma de conocimiento es el correlato necesario de la solidaridad en tanto que práctica política. Esta relación sólo es posible desde un sentido común, científicamente informado de carácter emancipador.
- b) el sentido común emancipador exige un conocimiento científico prudente para una vida digna (Sousa Santos, 2003). No desprecia la aventura científica y tecnología ni sus usos pero las subordina al conocimiento de sus consecuencias y a la sabiduría prudente de la vida.
- c) el sentido común emancipador está construido para privilegiar y ser usado por los grupos sociales excluidos, marginados y oprimidos en sus prácticas emancipatorias.

En consecuencia, la tercera ruptura explicita la dimensión política del conocimiento científico y reflexivamente asume en su integridad que todo conocimiento es una forma de actuar con efectos políticos y sociales. Asume la politización del conocimiento científico y las nuevas tecnologías (García crúzación (AMADEU DA SILVEIRA, 2001).

El cuarto volumen del macro proyecto de investigación sobre la globalización alternativa que ha dirigido Boaventura DE SOUSA SANTOS y que lleva por título «Sembrar otras soluciones», se presentan siete principios para concretar ese «nuevo sentido común» de carácter emancipador (2004: 81-84):

- 1) La diversidad epistemológica del mundo es potencialmente infinita. Todos los conocimientos son contextuales y lo son más cuando más insisten en no serlo. 2) Todo conocimiento es parcelario y las prácticas sociales muy raramente se asientan sobre una sola forma de conocimiento. 3) La relatividad de los conocimientos no implica el relativismo. 4) El privilegio epistemológico

lógico de la ciencia moderna es un fenómeno complejo que no se puede explicar sólo por razones epistemológicas. 5) El pluralismo epistemológico comienza por la democratización interna de la ciencia. 6) La descolonización de la ciencia se asienta en el reconocimiento de que no hay justicia social global sin justicia cognitiva global. La justicia cognitiva global sólo es posible mediante la sustitución de la monocultura del saber científico por la ecología de los saberes. 7) La transición de la monocultura del saber científico hacia la ecología de los saberes hace posible la sustitución del conocimiento regulado por el conocimiento emancipador.

IV. INVESTIGACIÓN SOCIAL CRÍTICA, REPRESENTACIONES SOCIALES DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y DEMOCRATIZACIÓN DE LA CIENCIA

«Y me parece que antes de empezar una investigación, hay que preguntarse por qué se hace esa investigación, de dónde viene el problema: viene del campo autónomo de la sociología, es un problema generado por la discusión interna a la sociedad científica, o es un problema importado al campo sociológico desde afuera, por el poder político. Un campo es más o menos autónomo: el campo de la física, por razones sociales, es menos autónomo que el campo de la biología, y cada sociólogo ha de luchar para defender su autonomía, y usando los instrumentos de crítica, pero no se puede luchar solo, hay que luchar colectivamente, desarrollando instrumentos».

Pierre BOURDIEU (2000:70)

La sociología es un saber sobre los contextos que enmarcan la realidad social. La investigación social es un proceso de conocimiento, un recorrido metodológico que nos posibilita tanto «ver lo que uno ve» (MANKELL, 2004: 425); como tratar de «ver lo que no se ve», en la medida que la experiencia científica contradice a la experiencia común (BACHELARD, 1982:13). El investigador social, como ha señalado el maestro de la sociología crítica española Alfonso ORTÍ (1994, 59-61), deviene un generalista de lo concreto, de la historicidad y complejidad de los fenómenos sociales. Por otra parte, la sociología crítica añade una nueva dimensión, en palabras de Boaventura DE SOUSA SANTOS (2000), no reduce la realidad a lo que existe, va más allá e incluye, en términos de Immanuel WALLERSTEIN (2003) una dimensión *Utopista, es decir*, una valoración rigurosa de los sistemas humanos, sus construcciones y sus posibles alternativas orientadas a propiciar una mayor igualdad social en las relaciones de intercambio social. Asumiendo esta doble perspectiva, la convergencia de las nano-bio-ingo-cogno tecnologías y la democratización del conocimiento científico en la actual la globalización neoliberal nos sitúan en

un nuevo contexto. Un contexto que en palabras de Beck (2008: 276-277), nos obliga a un nuevo universalismo caracterizado por juzgar con escepticismo la posibilidad de descubrir verdades nuevas en los procesos humanos, sociales y naturales y, al mismo tiempo, por insistir en la necesidad de sacar a la luz y nombrar tan bien como se pueda los «universalismos contextuales de la actualidad».

La globalización neoliberal, nombre que toma la etapa actual del capitalismo (FERNÁNDEZ *et al.*, 2001), es un espacio de desregularización y privatización totalizante (BAUMAN, 2001). Un espacio de precarización de la condición ciudadana (ALONSO, 2007): desde la reducción de la ecología política a la retórica del desarrollo sostenible (LEFF, 2002), pasando por el crecimiento de la desigualdad en el acceso al conocimiento, hasta, por último, la reducción de los mecanismos de la participación política a su simple simulacro formal (CASTORIAS, 1996), tal y como muestran desde 1990 los Informes sobre desarrollo humano de Naciones Unidas y han dado lugar a la emergencia de lo que en la década pasada se caracterizó como la «nueva cuestión social» (CASTEL, 1998). La confluencia de las dimensiones anteriores apunta hacia un nuevo totalitarismo social, laboral, cultural educativo y político; una deriva hacia lo que Boaventura DE SOUSA SANTOS ha definido como un «nuevo fascismo societal». Las aplicaciones tecnológicas derivadas de la acumulación del conocimiento de las nuevas «enclosures» del capitalismo cognitivo (VV AA, 2004) están produciendo, tal y como denuncian algunos nuevos movimientos sociales liderados por la ONG canadiense ETC Group, un nuevo tipo de desigualdad y exclusión social. Investigar las nuevas formas de desigualdad que comporta esta etapa de globalización exige, necesariamente, dentro del actual capitalismo cognitivo o informacional (CASTELLS: 2000: 51), como una nueva fuente de legitimación ideológica y de desigualdad social. En definitiva, comprender, desde la reflexión teórica y la investigación empírica de sus representaciones sociales, el papel que el conocimiento científico y sus tecnologías aplicadas juega en el capitalismo cognitivo como intensificadores de las formas de desigualdad.

En este contexto de desigualdades hay que inscribir la revolución tecnológica que propicia la convergencia de las nano-bio-info-cogno tecnologías. Su potencialidad implica una nueva transformación a escala planetaria, tanto las estructuras productivas como la forma de regulación de los vínculos sociales. En este nuevo escenario, en el que la tecnociencia interfiere con las dimensiones más cotidianas de nuestras vidas y el horizonte de lo posthumano se abre —desde las tecnologías de la información y la comunicación,

5. *Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico*

pasando por los alimentos transgénicos, las células madres o los productos cotidianos generados mediante nanotecnologías (MARTINS, 2005) —, garantizar que los ciudadanos tengan acceso a una cierta cultura científica y técnica básica que les posibilite decidir sobre los usos sociales de la tecnociencia se convierte en un requisito fundamental para el funcionamiento democrático de nuestras sociedades.

V. DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN A LA SOCIEDAD CIENTÍFICAMENTE INFORMADA

«La única forma de asegurar que las innovaciones tecnológicas sirvan a propósitos útiles es incorporar la participación activa de la sociedad a todas las fases del proceso de innovación tecnológica. La democratización del sistema ciencia/tecnología es una reivindicación irrenunciable, que se torna aún más urgente a medida que el potencial de impacto social y ambiental del sistema aumentasen cesar».

Jorge REICHMANN (2004:242)

Si el capitalismo informacional, la sociedad red, es la estructura social de nuestro tiempo. Si las tecnologías de la información han propiciado una nueva economía, un nuevo sistema de comunicación, una nueva forma de gestión, una nueva cultura y de forma incipiente están dando lugar nuevas formas de instituciones políticas, administrativas y de movilización ciudadana. Las cuestiones sociológicas implícitas son: ¿Cuál es el papel que juegan los usos sociales del conocimiento científico dentro del actual capitalismo informacional como nueva fuente de desigualdad social? ¿En qué medida refuerza a las anteriores fuentes tradicionales de desigualdad políticas, económicas, sociales y culturales del sistema capitalista? Enfrentar esta pregunta nos aleja de CASTELLS para acercarnos a Bourdieu, a la estrategia que el sociólogo francés definió como «intelectual colectivo» (2001:40), a saber, en una estrategia de acción que orienta los objetos y fines de su reflexión a la producción y extensión de instrumentos de defensa contra la dominación simbólica refugiada bajo la autoridad de la ciencia. La estrategia se despliega en tres direcciones complementarias, primera, en los niveles más elementales de información, mediante la crítica del léxico y las metáforas del discurso dominante: competitividad, flexibilidad, globalización, nuevas tecnologías; segunda, en el nivel más complejo de la comunicación y el conocimiento, al poner en evidencia, mediante la crítica sociológica, los determinantes que pesan sobre los productores del discurso dominante (periodistas, científicos, universitarios, creadores de opinión) y sus productos las encuestas sobre las representaciones sociales del conocimiento científico y la imagen de la cien-

cita: tercera, mediante una crítica científica, al uso social de las prácticas científicas y las lógicas de dominación que introduce.

El trabajo en estas tres direcciones muestra cómo las diferencias en el acceso y la distribución del llamado conocimiento científico generan nuevas formas de desigualdad social. A su vez nos permite reflexionar sobre los efectos que esta cuestión tiene en la participación política de la ciudadanía en la gestión de lo público y, contribuye, en palabras de BOURDIEU, a crear las condiciones sociales de una construcción colectiva de utopías realistas. En definitiva la democratización del conocimiento y de los resultados de la ciencia contribuyen, como ha sintetizado recientemente Patrick CHAMPAGNE (2004: 64-66), al tránsito desde la democracia formal a la democracia real. También nos obliga a cuestionar dos tópicos profundamente arraigados en el sentido común de las representaciones sobre la ciencia y la tecnología.

El primero señala que la ciencia y la técnica no son buenas ni malas, todo depende del uso que se haga de ellas. Por el contrario, las opciones tecnocientíficas no son neutras, implican opciones de sociedad, implican como ha observado Jorge REICHMANN (2000:283-284) poder decidir en qué tipo de sociedad vamos a vivir, «dentro de qué biosfera, con qué cuerpos humanos, acompañados por qué seres vivos».

El segundo tópico reduce las decisiones sobre la ciencia y la tecnología a la observación de principios éticos y a los dictámenes de los «sabios tecnocientíficos» de turno. Sin embargo si nos acercamos a esta cuestión más detenidamente podremos ver cómo las propuestas de ética en la investigación científica, como ha observado el antropólogo argentino Eduardo MENÉNDEZ (2002:28-29), siguen una lógica histórica de continuidades y discontinuidades según la cual se demanda la necesidad de requisitos y prácticas éticas para ser olvidados al poco tiempo. Así, a mediados de los años cuarenta del siglo pasado la cuestión ética surgió como una respuesta a la experiencia de la ciencia bajo el nazismo y al uso de la energía atómica por los Estados Unidos. En las décadas siguientes, la cuestión ética reaparecerá vinculada al Proyecto Camelot⁹; al uso de la psiquiatría como instrumento de control

9. Como señala Denis BOWVAL, en su artículo titulado «Las ciencias de la dominación mundial» (<http://www.vulvairena.org/articulo124110.html>), el Proyecto Camelot, fue una expresión de la «guerra psicológica», consistió en establecer modelos desde las ciencias sociales y humanas sobre los procesos que conducían a revoluciones nacionales en los países del Tercer Mundo para facilitar la dirección de operaciones de contra-insurrección. El campo de estudio de la disciplina fue amplio: incluía técnicas de persuasión, sondeos de opinión, interrogatorios, movilizaciones políticas y militares, propagación de ideología. Para obtener los datos científicos se financiaron varios centros: Bureau of Applied Social Research (BASR), de Paul Lazarsfeld, instalado en la universidad de Columbia; Institute for International Social Research (ISR), de

5. *Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico*

social y político en la Unión Soviética y otros países capitalistas y a las consecuencias de la investigación biomédica en sus experimentos con seres humanos y la aplicación de la ciencia a la industria de la guerra especialmente en Vietnam. Por último, desde la década de los noventa hasta la actualidad se vinculará a aspectos referidos al SIDA, a la salud reproductiva, a la investigación genética y a las nanotecnologías (MONEY, 2002; MARTINS, 2006).

En este sentido, la investigación social sobre el acceso a la información científica, así como de las representaciones sociales del conocimiento científico y sus tecnologías aplicadas devienen un instrumento importante en la lucha política por la democratización del conocimiento en su sentido más básico, es decir, un conocimiento fundamentado sobre los límites y posibilidades del propio conocimiento científico que permita y posibilite las decisiones democráticas de la ciudadanía sobre sus usos. La información, la comunicación y el conocimiento científico son, parafraseando a Che Guevara¹⁰, armas que sólo se utilizan bien cuando están en manos del pueblo, es decir, cuando se ha podido decidir democráticamente acerca de sus usos.

Los procesos de información, comunicación y conocimiento científico están en estrecha conexión. Siguiendo un esquema muy elemental podemos distinguir tres momentos: El acceso a la información y su manejo comprensivo suponen un primer momento de carácter reflexivo, la alfabetización científica; el acceso a su comprensión y comunicación significativa suponen un segundo momento de carácter transitivo –en este momento deviene posible la comunicación de la información, también la información aparece como el resultado y la condición de la multiplicación de conexiones comunicativas–; por último, en un tercer momento, a través del uso pertinente de la información y la comunicación, se puede posibilitar la producción de nuevo conocimiento, es decir, sentido o información puesta en relación que permite tomar decisiones sobre los usos de la tecnología. Este nuevo conocimiento producido rebre las búsquedas de información y reinicia el ciclo.

Al aplicar el modelo anterior a la fase actual de la globalización neoliberal, observamos dos características que acompañan su funciona-

Hadley Ganutti; Center for International Studies (CENIS), de Inhiel de Sola Pool (Instituto Tecnológico de Massachusetts) cuyos fondos, distribuidos por la Fundación Ford, provienen en realidad de la CIA y el Bureau of Social Science Research (BSSR), financiado directamente por la CIA cuyo objetivo consista en perfeccionar las técnicas de interrogatorio.

10. La cita textual de Che Guevara dice: «La ciencia es un arma, un arma que puede utilizarse bien o mal, y que se utiliza bien cuando está en manos del pueblo, y que se utiliza mal cuando no pertenece al pueblo». Tomada de GONZÁLEZ CASANOVA (2004).

miento. En primer lugar, la estrecha relación entre capital social y capital informacional, que incluye los desarrollos del conocimiento científico y sus tecnologías aplicadas. En segundo lugar, la asimetría de sus actores. La rígida jerarquía que separa, en el campo de la información, a los que extraen e inyectan información de los que son in-formados por ella. En el campo de la comunicación separa a los emisores de los que sólo pueden ser receptores; y por último, en el del conocimiento, separa a los que poseen el conocimiento científico y deciden sus aplicaciones productivas y militares de aquellos que no tienen ni acceso a dicho conocimiento ni posibilidades de decir sobre sus usos.

Así pues, el nuevo espíritu del capitalismo (BOLTANSKI y CHIAPELLO, 2002) convierte a la dimensión informacional en un sentido amplio en un elemento decisivo para la acumulación de capital económico, toda vez que, simultáneamente, la capacidad de completar el ciclo de «información-comunicación-conocimiento-información» ha ido reduciéndose cada vez a menos países y cada vez a menos sectores sociales dentro de esos mismos países¹¹. Desde este punto de vista la tensión entre capitalismo cognitivo y globalización de la ignorancia adquiere toda su pertinencia. Toma la forma de un conflicto permanentemente renovado entre la democratización de la información, comunicación y el conocimiento y su tendencia contraria orientada hacia el bloqueo de dicho proceso y la consiguiente globalización de la ignorancia (VINDAL BENEYTO, 2002). Conviene recordar que lo que está en juego en este conflicto es la propia fundamentación democrática de las sociedades. Sólo las personas que tienen acceso y capacidad para manejarse en los procesos de información, comunicación y conocimiento pueden intervenir con solvencia en la vida política, cívica o cultural. Sólo una pedagogía política y ciudadana que asuma radicalmente esta problemática podrá posibilitar dicha intervención.

Para concluir, a título de modesta contribución empírica que permita ilustrar las reflexiones anteriores, presento los resultados de un par de investigaciones que he realizado en los últimos años sobre las representaciones sociales del medio ambiente y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y su relación con los procesos de exclusión social. La primera de ellas fue financiada por la Dirección General de Asuntos Sociales de la Unión Europea; la segunda, fue financiada y promovida por la Plataforma

11. Los sucesivos informes sobre el desarrollo humano del PNUD, muestran cómo la desigualdad sigue siendo estructural. Crece la pobreza y se polariza la distribución de recursos, a su vez diversos informes sectoriales muestran cómo estas diferencias se reproducen en el acceso a la educación, la cultura o las tecnologías de la información y la comunicación.

valenciana de entidades del Voluntariado e investigó las representaciones sociales de las TIC en las entidades del Tercer Sector en la sociedad valenciana¹².

VI. LA INVESTIGACIÓN SOCIAL DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES: HACIA UNA DEMOCRATIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

«La mayor parte de la crítica que viene del pensamiento "revolucionario", "radical", "crítico", no permite acercarse a un problema fundamental: ¿qué significan los cambios interdisciplinarios y tecnológicos para quienes luchan por un mundo más justo y más libre? Y ¿en qué consisten esos cambios del pensar y del hacer del sistema dominante, del paradigma dominante?».

P. GONZÁLEZ CASANOVA (2003).

El hecho de que la investigación dominante sobre la percepción, la opinión, las normas y valores de la población en torno a los «problemas del medio ambiente» (Rodríguez Victoriano 2002), las nuevas tecnologías de la información y comunicación o la imagen social de la ciencia se haya efectuado mayoritariamente mediante la encuesta estadística como instrumento privilegiados no es casual. Ha posibilitado conjugar los dos sentidos propios del término información de un modo muy concreto. Por una parte, ha extendido información social sobre sus diversas representaciones; por otra, le ha dado forma, la ha «normativizado», en el caso de las representaciones medio ambientales que utilizo como ejemplo, en tres dimensiones básicas:

En la teórica, imponiendo una definición que podríamos caracterizar como de «ambientalismo abstracto», entendiendo por tal, una perspectiva que tiende a abstraer los «problemas del medio ambiente» de las relaciones sociales y políticas donde se producen.

En coherencia con la perspectiva anterior, en la dimensión metodológica se ha impuesto la técnica de la encuesta estadística como estrategia privilegiada para su investigación. La cuantificación de los problemas del medio ambiente permite, mostrando las frecuencias de su percepción por la población, ocultar la pregunta por su sentido social. La «pre-ocupación» se propone como la «única ocupación», la ocupación "políticamente correcta" de la ciudadanía en torno al medio ambiente.

En la dimensión praxeológica, ha contribuido a conformar las propias representaciones de la conciencia medio ambiental que investigaba, a partir

12. La investigación se puede consultar en la siguiente dirección electrónica <http://www.radioka.es/docs/SocietySector.pdf>.

de la amplificación mediática de sus resultados. El mensaje que se transmite puede resumir del siguiente modo: existe una «problemática medioambiental» y la población está preocupada o muy preocupada por ella.

En el caso de las investigaciones realizadas sobre las representaciones sociales sobre las nuevas tecnologías y la imagen social de la ciencia mediante el uso exclusivo de la encuesta estadística el resultado tiende a ser muy semejante, incluso en los casos «mejor intencionados» en el sentido de la democratización del conocimiento (Vocri, c. POLINO C., 2003). A este respecto resultan muy ilustrativas las críticas que MONTAÑA CÁMARA y LÓPEZ CEREZO (2007) al cuestionario con el que la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) mide las representaciones sociales de la ciencia y la tecnología en la sociedad española. En consecuencia, se impone una apertura cualitativa que ponga en su centro la pregunta por el sentido de la problemática que se investiga y la sitúe en el contexto concreto de las relaciones sociales y políticas donde se produce.

Dos últimos ejemplos, a partir de los resultados de dos investigaciones sobre la infoexclusión¹³ y las representaciones sociales de las tecnologías de la información y la comunicación realizadas en los dos últimos años en Europa y en la sociedad española. La primera investigación se enmarcaba dentro del programa europeo Transnational Exchange Programme, el proyecto Transeuropcan Resources (and Sources) eInclusion Network (TRIN) y tenía por objetivo una primera aproximación cualitativa a la relación entre sociedad del conocimiento, brecha digital y exclusión social¹⁴. Los objetivos concretos de la investigación se centraron en tres ámbitos:

Realizar una primera aproximación al conocimiento de las representaciones sociales de las Tecnologías de la Información y la Comunicación

13. El concepto de Info-exclusión alude a un conjunto de procesos complejos. Una realidad que en ocasiones añade una nueva dimensión al proceso o conjunto de procesos que caracterizan la realidad multifactorial y multidimensional de la exclusión social; y, en otras, puede suponer en sí misma una nueva y potente forma de exclusión social. En dos recientes investigaciones financiadas por la Dirección General de Asuntos Sociales de la UE, dicho concepto nos permitió relacionar la exclusión social y la exclusión digital. Su sentido es generalizable a otros desarrollos de la tecnología.

14. Los socios de la primer fase de este proyecto fueron mayo County enterprise Board (Irlanda), Staffordshire Social Services (Reino Unido), Fundación Just Ramirez (España), Colectivo Parke Alkosa (España), asociación Xarxanaca (España) y Universidad de Valencia (España).

(TIC) y la brecha digital¹⁵ de los diversos colectivos sociales en situación de exclusión social¹⁶ o susceptibles de padecerla.

Realizar una primera aproximación a las actitudes, normas, usos, necesidades y carencias de dichos colectivos sociales en relación con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Establecer un primer modelo descriptivo que relacione la exclusión social y la infoexclusión, es decir, la exclusión social precedente o agravada por la brecha digital.

Las conclusiones de dicha investigación indicaban: primero, en la medida que las TIC suponen una fuente de acceso a nuevos recursos laborales, a la información, el conocimiento y la profundización en la participación ciudadana, la Infoexclusión se convierte en estos sectores más desfavorecidos en un elemento que agrava sus condiciones concretas de exclusión social. A

15. Según la OCDE la brecha digital define la distancia entre individuos, hogares y empresas y áreas geográficas con diferentes niveles socio-económicos para tener acceso tanto a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como al uso de Internet para una amplia variedad de actividades. Por otro lado como precisan los profesores de la Universidad de La Laguna Teresa GONZÁLEZ y Pablo ROMERÍA, con el concepto de brecha digital se nombra a la manifestación digital de la vieja desigualdad social, que reproduce, amplifica o provoca en el ámbito de la sociedad de la información, las desigualdades sociales respecto al acceso a la riqueza, el poder y los privilegios y se suma a las desigualdades relativas a la clase social, a la educación, al género, a la educación geográfica y al origen étnico. El acceso pleno a las TIC exigen unas Infraestructuras Tecnológicas Informáticas y de Comunicaciones y el desarrollo de una Infraestructura en sus potenciales usuarios. El desarrollo de dichas infraestructuras tecnológicas es la condición de posibilidad para que una sociedad tenga acceso a las TIC y determina las actividades y el tipo de relaciones telemáticas posibles. El concepto de infoestructura alude a los conocimientos, el grado de formación digital, las representaciones y las actitudes de los usuarios respecto a las tecnologías de acceso a las redes, tanto por cables como inalámbricas, y a la información y servicios ofrecidos por ellas. El grado de relación entre estos dos conceptos definen las características de la brecha digital y su posibilidad de superarla en los diferentes países y, dentro de ellos, en las diferentes clases sociales y grupos humanos.

16. El concepto de Exclusión social hace referencia al carácter multidimensional de la pobreza. La exclusión social añade a la definición meramente económica que acompaña el concepto tradicional de pobreza, una visión más dinámica. La exclusión social contempla y considera empíricamente otras situaciones como son los problemas derivados del acceso al empleo; las derivadas de las desigualdades de género, de salud, de formación, de etnia, de vivienda, de analfabetismo digital u otras. Estas dimensiones obstaculizan la vida y agravan el aislamiento de quienes viven en ellas y hacen más difícil salir de ellas. En última instancia la exclusión social es el reverso de la participación ciudadana plena, quienes la sufren ven obstaculizadas, gravemente deterioradas o bloqueadas sus posibilidades de participación ciudadana en la vida de la comunidad.

su vez, la dificultad de acceso a las TIC de los sectores sociales más afectados por la desigualdad social, agrava sus condiciones de exclusión y añade una nueva designación. Por último, en estos sectores, la vinculación con algún proceso de participación ciudadana (del tipo que sea) posibilita paliar esta situación de infoexclusión o incluso revertirla. En los discursos y en las prácticas de estos sectores vinculados a la participación política y ciudadana, las TIC se conciben como unos instrumentos para transformar y mejorar su situación personal y colectiva.

El segundo ejemplo procede de una investigación que analizó la intersección actual entre el Tercer Sector y la sociedad de la información en la sociedad valenciana¹⁷. De esta segunda investigación me parece conveniente destacar tres conclusiones. En primer lugar, el trabajo cualitativo que realizamos nos permitió constatar empíricamente que en las representaciones sociales de las TIC habitan dos sentidos contrarios (serían, como observó Roland BARTHES [2004] del dinero, un «enanitosema»), por una parte, son entendidas como unos instrumentos que pueden amplificar la dominación social (del norte sobre el sur, de los ricos sobre los pobres...), por otra se conciben como un elemento de transformación social. Bien en una dirección progresista y aquí el ejemplo del uso de las TIC por el movimiento Zapatista es el ejemplo tipo; o bien, dentro de la lógica del nuevo espíritu del capitalismo como un elemento para aumentar las conexiones en la red y, en consecuencia, el capital social e informacional, el monopolio del saber tecnológico y la infoexclusión.

La segunda conclusión tiene que ver con lo que nuestros informadores nos dijeron en las entrevistas abiertas y en los grupos de discusión: las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación eran mayoritariamente concebidas, por parte de las entidades del Tercer Sector valenciano, como un instrumento para potenciar los procesos de igualdad social, ampliación de la participación política de la ciudadanía y conseguir una mayor democratización del conocimiento.

La última conclusión tiene que ver con lo que nosotros vimos, es decir, con lo pudimos deducir a partir de lo que observamos en el proceso de investigación. Se podría formular así: en el actual contexto histórico de globalización capitalista, la propiedad del conocimiento científico y de sus aplicaciones tecnológicas es un espacio vertebral en la dialéctica entre la conservación o la transformación de dicho orden social. En este sentido, la

17. La investigación fue financiada por la Plataforma Valenciana de Entidades del Voluntariado Social. La investigación se encuentra disponible en la siguiente dirección electrónica: <http://www.aideka.tv/sakel/articulos/articulos.php>.

5. *Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico*

democratización en el acceso al conocimiento científico y la decisión colectiva sobre el uso de las nuevas tecnologías sólo es posible mediante la repolitización de la ciudadanía, exige, por último, la activa participación política de la sociedad civil y de sus nuevos movimientos sociales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, L. E. (2007). *La crisis de la ciudadanía laboral*. Madrid, Anthropos.
- ÁLVAREZ, F. y VARELA, J. (2004). *Sociología, Capitalismo y democracia*. Madrid, Morata.
- AMARU DA SILVEIRA, S. (2001). *Exclusão digital. A miséria na era da informática*. São Paulo, Editora fundação Perseu Abramo.
- ARRICADO, J. (2002). «As dinâmicas da(s) ciencia(s) no perimetro do centro: Uma cultura científica de fronteira» en *Revista Crítica de Ciências Sociais*, núm. 63.
- BACHELARD, G. (1982). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires, Siglo XXI.
- BALANDIER, G. (1990). *El desorden. La teoría del caos y las ciencias sociales*. Barcelona, Gedisa.
- BARTHES, R. (2004). *Roland Barthes por Roland Barthes*. Barcelona, Paidós Contextos.
- BAUMAN, Z. (2001). *La posmodernidad y sus descontentos*. Madrid, Akal.
- BECK, U. (1998). *Políticas ecológicas en la edad del riesgo*. Barcelona, El Roure.
- (2008) *La sociedad del riesgo mundial. En busca de la seguridad perdida*. Barcelona, Paidós.
- BLOOR, D. (1998). *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona, Gedisa.
- BOUTANSKI, L. y E. CHIAPELLI (2002). *El nuevo espíritu del capitalismo*. Madrid, Akal.
- BOURDIEU, P. (2001). *Contratugos 2*. Anagrama, Barcelona.
- (2003) *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*. Barcelona, Anagrama.
- (2000) *El sociólogo y las transformaciones recientes de la economía en la sociedad*. Buenos Aires, Libros del Rojas/Universidad de Buenos Aires.
- CÁMARA, M. y J. LÓPEZ CEREZO, (2007). «Dimensiones de la cultura científica», en *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*, FECYT, pp. 39.
- CASTEL, R. (1998). *La metamorfosis de la cuestión social*. Buenos Aires, Paidós.
- CASTELLS, M. (2000). *La era de la Información. La sociedad red*. Madrid, Alianza Universidad.

- CASTELLÀ, M. e I. TUBELLÀ (dir.) (2007), *La transición a la sociedad red*, Barcelona, Ariel.
- CASTILLA, A. (2008), «La gran convergencia tecnológica del siglo XXI», en *Nanotecnologías: sociedad, salud y medio ambiente*. Ciclo complutense de ciencia y tecnología. Fundación General Universidad Complutense Madrid.
- CASTORADI, C. (1996), «La democracia como procedimiento y como representación», en *Intelectiva Socialista*, núm. 38.
- CUTLER, S. (2003), *Ideas, máquinas y valores. Los estudios de ciencia tecnología y sociedad*, Barcelona, Anthropos.
- CHAMPAGNE, P. (2004), «Bourdieu, un sociólogo político», en *Pierre Bourdieu, las herramientas del sociólogo*, L. ALONSO, E. MARTÍN CRADO, J. L. MORENO PESTAÑA, (eds.), Madrid, Editorial Fundamentos.
- FERNÁNDEZ, R., M. ETXEZARRERA y M. SÁEZ (2001), *Globalización capitalista. Luchas y resistencias*, Madrid, Virus Editorial.
- FISHER, F. (2000), *Citizen Participation and environmental risk: the politics of local Knowledge*, Dordam-Londres, Duke University.
- GARCÍA DOS SANTOS, L. (2003), *Polítizar as novas tecnologias. O impacto sócio-técnico da informática digital e genética*, Sao Paulo, Editora 34.
- GEORGESCU, N. (1996), *La ley de la entropía y el proceso económico*, Madrid, Fundación Argentina.
- GONZÁLEZ-CASANOVA, P. (2004), *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la Academia a la Política*, Madrid-Barcelona, Anthropos.
- HALL, S. (1996), «The problem of ideology: marxism without guarantees» en MORLEY y CHEN (org.), *Stuart Hall: critical dialogues in cultural studies*, London, Routledge.
- IBÁÑEZ, J. (1983), «Hacia un concepto teórico de exploración», en *Sistema*, núm. 53, marzo.
- IBÁÑEZ, J. y BLANCO, R. (1999), *Sociología del conocimiento científico*, Madrid, CIS.
- LATOUR, B. (1983), «Give me a laboratory and I will raise the world», en K. D. KNORR-CETINA y M. MULKAY (eds.), *Science observed*, London, Sage.
- LATOUR, B. y BASTIDE, L. (1988), «La ópera científica. Materiales para un análisis socio-semiótico de los textos científicos», en *Archipiélago*, 1 pp. 63-65.
- LEIGH, M., SCOONES, I. y WYNNE, B. (2005), *Science and citizens*, Lodon-New Cork, Zed Books.
- LEFF, E. (2002), *Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*, México, Siglo XXI.

5. *Tecnologías convergentes y democratización del conocimiento científico*

- LEFEBVRE, P. (2008), *Lo que occidente no ve de occidente. Conferencias en Japón*, Buenos Aires, Amorrortu.
- LEICANO, E. (2006), *Melóforas que nos piensan. Sobre ciencia, democracia y otras poderosas ficciones*, España, Ediciones Bajo cero/Traficantes de sueños.
- LÓPEZ CEREZO, J. (2007), «Democracia en la frontera», en *Revista CTS*, núm. 8, pp. 127-142.
- MANHELL, H. (2004), *Cortafuegos*, Barcelona, Tusquets.
- MARTINS, P. (2005), *Nanotecnología, Sociedade e Meio ambiente*, Sao Paulo, Associação Editorial Humanitas.
- (org.) (2006), *Nanotecnología, sociedade e meio ambiente*, Sao Paulo, Xama Editora.
- MENÉNDEZ, E. (2002), *La parte negada de la cultura. Relativismo, diferencias y racismo*, Barcelona, Bellaterra.
- MONTE, P. (2002), *O Século 21*, Sao Paulo, expressao popular.
- NAREDO, J. M. (1987), *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Madrid, Siglo XXI.
- NORMANN, A. (rapporteur) (2004), *Converging Technologies. Shaping the Future of European Societies*, Luxembourg, European Comisión, EUR 21357.
- NUNES, J. (1999), «Para além das "duas culturas": tecnociencias, tecnoculturas e teoria crítica», en *Revista crítica de ciencias sociais*, núm. 52/53, pp. 15-60.
- ORTI, A. (1994), «La estrategia de la oferta en la sociedad neocapitalista de consumo: génesis y praxis de la investigación motivacional de la demanda», en *Política y Sociedad*, núm. 16, pp. 59-61.
- REICHMANN, J. (2000), *Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnociencia*, Madrid, La catarata.
- (2004) *Transgénicos: el haz y el envés*, Madrid, Editorial Catarata.
- ROCCO, M. y BANBRIDGE, W. (Ed.) (2002), *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology. Information Technology and Cognitive Science*, Informe patrocinado por NSF/DOC, Virginia, USA.
- RODRÍGUEZ, J. M. (2002), «Los discursos sobre el medio ambiente en la sociedad valenciana (1996-2000)», en *Quaderns de ciències socials*, núm. 8.
- (2004) «El oficio de la reflexividad. Notas en torno a Pierre Bourdieu y la tradición cualitativa en la sociología crítica española», en *Pierre Bourdieu, las herramientas del sociólogo*, MARTÍN ALONSO, L., E. CRAVO, J. L. MORENO PESTAÑA (eds.), Madrid, Editorial Fundamentos.

- SANTOS, B. (org.) (2004), *Semear Outras Soluções. Os Caminhos da Biodiversidade e Das Conhecimentos Rurais*, Porto, Edições Afrontamento.
- (1989), *Introdução a uma Ciência Pós-moderna*, Porto, Edições Afrontamento.
- (2007), *A gramática do tempo. Para uma nova cultura política*, Sao Paulo, Cortez Editora.
- (1999), *Per la Mão de Alce. O Social e o Político na Pós-modernidade*, Brasil, Cortez Editora.
- (2000), *A Crítica da Razão Indolente. Contra o Desperdício da Experiência*, Sao Paulo, Cortez Editora.
- SERRES, M. (1991), *El paso del Noroeste* (Hermes V), Madrid, Ed. Debate/Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- SIBILLA, P. (2005), *El hombre postorgánico. Cuerpo, subjetividad y tecnologías digitales*, Buenos Aires, FCE.
- SOLSA, B. (2003), *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente*, Porto, Edições Afrontamento.
- TESTART, J. (2006), «La ciencia como religión», en *Le Monde Diplomatique*, Santiago de Chile, ed. Ciencia Tecnología y Sociedad, Editorial Aún creemos en los sueños, pp. 7-16.
- VIVAL, J. (2002), *La ventana global*, Madrid, Taurus.
- VOGT, C., POLUNO, C. (orgs.) (2003), *Percepción pública de la ciencia. Resultados de la encuesta en Argentina, Brasil, España y Uruguay*, Sao Paulo, Editora Unicamp.
- VV AA (2003), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España*, Madrid, FECYT.
- (2004) «Capitalismo cognitivo. Propiedad intelectual y creación colectiva. Traficantes de sueños», Madrid, Versión digital disponible en <http://trficanes.net/editorial/capitalismocognitivo.htm> (12 de marzo de 2008).
- WALLERSTEIN, I. (2003), *Utopística. Les Opinions Historiques del Segle XXI*, Valencia, Universitat de Valencia.
- WOOLGAR, S. (ed.), *Knowledge and Reflexivity. New Frontiers on the Sociology of Knowledge*, London, SAGE.

Capítulo 6

Nanotecnologías: opiniones diversas y participación social

GRACIELA SARRIBE PEDRONI

SUMARIO.-I. PRIMEROS SONIDOS SOBRE LA NANOTECNOLOGÍA.-II. ENTUESTAS SOBRE AVANCES TECNOLÓGICOS EN ESPAÑA.-III. FORO.-BIELGORAJA.

Si bien, en el mundo académico hace años se viene trabajando con las nanotecnologías, la sociedad o digamos, la persona corriente, poco sabe de esto. Se han llevado a cabo a través, sobre todo de organismos gubernamentales o financiados con dinero público, encuestas en diversos países. A través de la web, han sido localizados los informes realizados por el gobierno de Australia, preocupado por la cuestión; hasta una Fundación Suiza que también indaga sobre la gobernabilidad en este tema.

Contrasta esta preocupación pionera con otros organismos o Gobiernos que poca atención le han prestado. Por ello, resulta difícil precisar cuál es el factor más importante o de mayor peso en el diseño de las políticas y en la búsqueda de la aceptación de la sociedad de los avances tecnológicos. Indagar sobre la cuestión puede significar adelantarse a la formación de una imagen, ya sea positiva o negativa y contribuir a una percepción encaminada a la aceptación de ciertos retos o de riesgos medidos y controlados, así como informados.

Para aclarar qué significa o qué reagrupan las Nanotecnologías, sólo decir que se trata de una cuestión de dimensión; o sea de ínfimo tamaño. Se pueden consultar las definiciones que están en la web, que son muchas y tienen como referencia instituciones académicas. No se estima necesario dar otra sino poner de relieve lo que tienen en común. Muchas definiciones hacen referencia a las moléculas o a los átomos. Otras, a la nueva medida de un nano o nanómetro. También se insiste en el aspecto tecnológico, los