

## EULALIA PÉREZ SEDEÑO

DEP. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES CSIC

[eulalia.psedeno@cchs.csic.es](mailto:eulalia.psedeno@cchs.csic.es)

Profesora de Investigación en Ciencia, Tecnología y Género en el Departamento de Ciencia, Tecnología y Sociedad del Instituto de Filosofía del CSIC (España) y catedrática de Lógica y Filosofía de la Ciencia. Ha sido profesora o investigadora en la Universidad de Barcelona, en la U. Complutense de Madrid, en la de Cambridge (Reino Unido) y en la de California en Berkeley, entre otras.

Ha sido presidenta de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España (de 2000 a 2006), Vicepresidenta de AMIT (asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas (2001-2006)). Ha sido directora General de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) desde octubre de 2006 a julio de 2008. Es miembro del Consejo Asesor de la Red-Cátedra de Mujeres, Ciencia y Tecnología en Latinoamérica (desde octubre, 2005) y vocal del Consejo Editorial de la Fundación Carolina. Ha sido coordinadora adjunta del área de Filología y Filosofía de la ANEP desde marzo de 2005 hasta octubre de 2006 y ha participado en diversas comisiones de expertos del MEC, la FECYT, la ANEP, la European Science Foundation, el MEC de Argentina y la Secretaría de Estado de Igualdad del Ministerio de Trabajo y AASS. Pertenece a diversos comités científicos de varias revistas españolas e internacionales.

Ha publicado y editado diversos libros y artículos entre los que destacan *El rumor de las estrellas* (Madrid, 1986), "Filosofía de la ciencia y feminismo: ¿intersección o convergencia?" (*Isegoría*, 1995), "Factores contextuales, tecnología y valores. ¿Desde la periferia?" (Málaga, 1998), "STS and the missing factor" (Nueva York, 2000), *Ciencia y género* (Madrid, 2000), *Las mujeres en el sistema de ciencia y tecnología. Estudios De casos* (Madrid, 2001), "Ciencia y Filosofía, una nueva mirada" (Tenerife, 2002), "La percepción pública de la ciencia y la tecnología desde la perspectiva de género" (Madrid, 2003), "Ensenyar en un mon científic i tecnològic" (Barcelona, 2004), "Una ciencia, ¿de quién y para quién?" (México, 2005), "Sexos, géneros y otras especies: diferencias sin desigualdades" (Sevilla, 2006), "Objetividad, evaluación por pares y valores" (Madrid, 2006), "Gender in stem cells research" (Granada, 2006), *Igualdad y equidad en ciencia y tecnología: el caso iberoamericano* (Madrid, 2008).

# CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SOCIEDADES AUTÉNTICAMENTE DEMOCRÁTICAS

EULALIA PÉREZ SEDEÑO

## 1. Algunas consideraciones sobre la ciencia, desde la filosofía, la historia y la sociología

La visión clásica de la ciencia y la tecnología, que es lineal, considera que estas son productoras de riqueza y bienestar social, que solo contribuirán a ello si se conserva la autonomía de la tecnología y la búsqueda de la verdad por parte de la ciencia, a la vez que se mantiene la neutralidad valorativa de la ciencia.<sup>1</sup> Tres disciplinas sustentan, durante décadas, esta concepción clásica de la ciencia: la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia.

La filosofía de la ciencia de la concepción heredada hunde sus raíces en el empirismo lógico. Es empirista porque mantiene una teoría verificacionista del significado (un enunciado es verdadero si y solamente si es tautológico o si puede ser verificado empíricamente, es decir puede determinarse su verdad o falsedad acudiendo a la experiencia), un criterio de demarcación en virtud del cual solo son científicos los enunciados significativos y la idea de que las teorías científicas son sistemas axiomáticos interpretados o, dicho de otro modo, de una serie de enunciados universales se deducen lógicamente enunciados que versan sobre la realidad (física).

Por lo que se refiere a la historia de la ciencia que sustenta esta concepción, se caracteriza por ser una historia interna, es decir, una historia de los procesos justificativos y de descubrimiento, atendiendo únicamente a los factores cognitivos internos. Además es asimétrica –es decir, los factores internos explican el éxito y los factores externos, el fracaso– tiene una actitud presentista, pues se rescribe el pasado en función del presente, y está imbuida de una concepción continuista y lineal del cambio científico (se concibe la historia como un proceso acumulativo). Finalmente, mantiene la idea de que la historia de la ciencia posee una función didáctica en la formación del científico, a la vez que legitimadora de las teorías.

La sociología de la ciencia que soporta esa visión clásica de la ciencia y la tecnología se basa, por un lado, en la sociología del conocimiento y por otro en la sociología de la ciencia clásica. La primera, nace de la mano de K. Marx, F. Nietzsche y M. Scheler en Alemania, y de E. Durkheim y M. Mauss en Francia así como de la psicología freudiana. Pero sin duda es Karl Mannheim quien reconoce el principio de que el conocimiento se forma necesariamente en contextos de situaciones sociales históricas concretas y, por tanto, estas lo conforman. De modo

---

1. En Pérez Sedeño, 2005, 2005a, 2008 y (en prensa) he analizado y criticado estas ideas.

radical, Mannheim pensaba que el contexto histórico y social no solo influye en el pensamiento, sino lo forma: “la epistemología es el producto de las formas sociales y varía de época en época”.<sup>2</sup> A pesar de todo, como muchos sociólogos clásicos del conocimiento, consideraba que la lógica, las matemáticas y las ciencias naturales estaban excluidas de ese influjo histórico social. Dicho de otro modo, pensaba que estaban libres de lo que él denominaba la “determinación existencial”.<sup>3</sup>

La sociología de la ciencia clásica, representada por Robert K. Merton<sup>4</sup> y su escuela, no se centra en el conocimiento en general, sino en la ciencia. La sociología mertoniana se ocupa de los procesos de institucionalización y funcionamiento de las comunidades de científicos, es decir es una sociología externa en la medida en que no realiza el análisis sociológico de los contenidos internos de los productos científicos sino solo de sus aspectos sociológicos externos. En el análisis que hace Merton de la ciencia como institución social, enuncia el sistema de normas que caracterizan el *ethos* científico (esto es, su carácter, su genio), lo que se ha denominado los CUDEOS: Comunitarismo o comunismo, Universalismo, Desinterés y Escepticismo organizado.

El comunitarismo significa que el conocimiento es compartido por toda la comunidad; dicho de otro modo, la norma del comunitarismo exige que los frutos de las ciencias sean considerados como conocimiento público. Y eso se aplica a todas las prácticas relacionadas con la comunicación de los resultados de la investigación a otros científicos y estudiantes (eso luego se ampliará a la sociedad en general). La norma del universalismo exige que las contribuciones a la ciencia no se rechacen por razón de raza, nacionalidad, religión, sexo, estatus social u otro criterio supuestamente irrelevante. Obsérvese que estas normas se aplican a personas, no a ideas. No se refiere a la sustancia intelectual de la comunicación, sino al contexto social del que proceden. Según esta norma, el prejuicio de género, por ejemplo, está prohibido: las aportaciones de las mujeres científicas deben ser valoradas exactamente mediante los mismos criterios que los que se aplican a los hombres y no deberían ser rechazadas por razón de género o sexo. Hay que observar también que, como sucede con los Diez Mandamientos, es una norma esencialmente negativa. Dice que no hay que poner obstáculos sociales al mérito científico potencial. De ese modo se favorece el principio de que la ciencia es una carrera de meritoriaje, es decir, abierta a las personas que tienen talento, sean estas de cualquier sexo, raza, etc. Pero no dice nada acerca de cómo corregir las consecuencias de las injusticias cometidas en el pasado. Por ejemplo la ciencia clásica o académica no tiene forma de cuantificar los prejuicios ideológicos contra las teorías o programas de investigación feministas en una comunidad científica predominantemente masculina.<sup>5</sup>

---

2. *Ideología y utopía*, págs. 261 y siguientes. Algo que luego retomaría en algunas de sus tesis Mary Hesse en *Scientific Knowledge Socialized*.

3. *Ibidem*.

4. Merton, 1973, 1980. Para un análisis exhaustivo, véase Ziman 2000.

5. Los estudios en este sentido son muchos, pero véase, por ejemplo, Slocum, 1975, Bleier, 1984, Longino, 1990, Schiebinger, 1999, Gómez, 2004, Martínez Pulido, 2003, 2004, 2006, Pérez Sedeño, 2006, 2008.

La idea de que la ciencia debe ser desinteresada y humilde significa que al científico no le deben guiar otros intereses que el de la búsqueda de la verdad, sin que le importe su situación o su prestigio. En los artículos que dan cuenta del trabajo de los científicos se “aprecia” esa humildad y ese desinterés. Pero esta es la forma, el estilo, en que se presentan las comunicaciones científicas formales, ya sean escritas u orales: la voz es neutral, impersonal, pasiva. El autor se presenta a sí mismo, un hombre, un instrumento incorpóreo que observa objetivamente o que hace deducciones lógicas y que está moralmente distanciado de los hechos o argumentos que presenta, pues sus aspectos sociales, éticos, etcétera, son irrelevantes para el objetivo principal, a saber la búsqueda de la verdad. La dirección del autor que aparece en el trabajo puede indicar que está al servicio de una compañía con intereses en determinado campo de investigación, pero debe evitar que en sus textos aparezcan implicaciones que conecten la investigación con los intereses de la empresa. El *ethos* científico supone que la investigación académica está desarrollada principalmente por científicos académicos cuya forma de vida no depende directamente de las aplicaciones materiales de sus actividades. Por cierto que la falta de honestidad se supone que se castiga de la forma más severa.

Por último el escepticismo se muestra en muchas prácticas académicas y científicas, como el debate público y la revisión crítica. Los científicos se diferencian de otras personas en que constantemente se les presentan nuevas observaciones y teorías relevantes para su investigación. Pero como se apoyan en el trabajo de otros, no depende del todo de sus propios juicios. Es decir, ningún científico tiene el conocimiento experto necesario para decidir qué hay que elegir y qué rechazar. Los procedimientos sistemáticos para el escrutinio de los objetivos de su investigación son una característica esencial de la ciencia. La investigación original es difícil y no es fácil alcanzar resultados completamente convincentes. Por eso el escepticismo acerca de los descubrimientos está, por lo general, bien justificado, pero no es un escepticismo general, sino un ‘escepticismo organizado’, o también podríamos denominarlo ‘crítica informada’.

Naturalmente estos CUDEOS plantean muchos problemas, algunos ya insinuados, pues constituyen una idealización del ‘buen científico’ y presentan bastantes ambigüedades, por ejemplo, la ambivalencia de los científicos en ocasiones de fraudes, plagios, etcétera, o la detección de contravalores (secretismo, particularismo, intereses y dogmatismo). Y, en especial, las traiciones a la norma del universalismo. Efectivamente, los mertonianos, cuando analizan las pautas de estratificación social en la vida científica identifican alguna de estas traiciones, como el efecto Mateo: a quien más tiene más se le dará y al que menos tienen menos se le dará. Aunque no identifica otros, como el “efecto Matilda”, término acuñado por la historiadora Margaret Rossiter (en honor de la activista abolicionista y sufragista Matilda J. Gage), para identificar la situación social de las mujeres científicas que reciben menos crédito y reconocimiento por su trabajo científico que el que les correspondería por un examen objetivo de su trabajo.<sup>6</sup>

---

6. El análisis de Weneras y Wold (1997) sobre el sexismo en la evaluación por pares, marcó un hito. Sobre esta cuestión, véase también Pérez Sedeño 2007.

Resumiendo, ¿existe comunitarismo, cuando sistemáticamente se les ha negado el conocimiento a las mujeres? ¿Universalismo, cuando se aplica un rasero distinto a los logros de hombres y mujeres? ¿Desinterés, cuando se formulan una y otra vez teorías supuestamente científicas que pretenden apoyar y mantener las desigualdades? ¿Tienen igual autoridad las mujeres y los hombres en la ciencia?

También ha habido críticas más o menos profundas a esta concepción de la ciencia<sup>7</sup> desde la filosofía y la historia de la ciencia. Pero la publicación, en 1962, de *The Structure of Scientific Revolutions* de T.S. Kuhn produjo una conmoción en la filosofía de la ciencia. Sus críticas, así como las de otros historiadores y filósofos como S. Toulmin, N. R. Hanson o P. K. Feyerabend, apuntaban, en un principio, a una limitación de la filosofía de la ciencia, a saber, su exclusiva dedicación a la parte estática de la ciencia, dejando a un lado un aspecto fundamental: su desarrollo, su historia. También los supuestos empiristas fueron objeto de sus ataques. La idea de que todas las ciencias que se ocupan de la realidad tienen una base empírica-observacional es fundamental para la justificación de las hipótesis o teorías; a ello se añadía la distinción, supuestamente 'clara', entre lenguaje teórico y observacional, intentándose explicar aquel en términos de este, el único comprensible y fiable. Pero la evidencia empírica no basta para determinar la verdad o falsedad de una hipótesis (excepto en casos triviales), pues, como bien señalara Hanson, no hay un observador neutral, alguien que no observe 'con los ojos de una teoría'. Esta constatación conduce a la infradeterminación de las teorías científicas: dada cualquier teoría o hipótesis siempre se pueden formular un cierto número de teorías o hipótesis alternativas que sean empíricamente equivalentes a la primera, aunque las explicaciones causales del fenómeno en cuestión propuestas sean incompatibles. La tesis de la infradeterminación de las hipótesis o teorías tiene consecuencias muy profundas. Por ejemplo, puede afectar a las decisiones sobre qué constituye un problema científico-tecnológico legítimo; en la elección de qué tipos de datos son relevantes; en la inferencia de conclusiones, hipótesis y teorías a partir de los datos recogidos; en decisiones respecto de desarrollos tecnológicos viables, cómo regularlos y gestionarlos. Dicho de otro modo, puede conducir a la incertidumbre estructural en la toma de decisiones sumamente importantes, tanto en la investigación como en política científico-tecnológica, sobre asuntos de interés general y con amplias repercusiones sociales.

En el caso de la historia de la ciencia, la publicación de los trabajos de Thomas S. Kuhn, entre otros, también supuso un duro golpe al acumulativismo e internismo. Y tanto la historia como la sociología de la ciencia dieron un giro radical con el desarrollo del denominado 'programa fuerte' de la sociología del conocimiento científico (desarrollado por Barry Barnes, David Bloor o Steven Shapin), el EPOR (*empirical programme of relativism*) iniciado por Harry Collins, o la etnometodología de Bruno Latour y Steve Woolgar.

El programa fuerte se basa en una interpretación radical de Kuhn y mantiene que hay que estudiar la ciencia como un proceso 'natural' en el que las decisiones se toman por causas naturales psicológicas, sociológicas, no por razones ideales. Según él, el conocimiento no es algo objetivo o verdadero, sino que está socialmente construido en función de intereses sociales. Y

---

7. Por ejemplo, L. Wittgenstein, o K. R. Popper y algunos de sus seguidores.

se basa en cuatro principios fundamentales: causalidad, según el cual las explicaciones satisfactorias de episodios científicos deben ser causales, es decir, deben centrarse en las condiciones reales o efectivas que producen creencias o estados de conocimiento; la imparcialidad, según el cual las explicaciones han de ser imparciales con respecto a la verdad o falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito o el fracaso, pues ambos lados de la dicotomía exigen explicación; la simetría: los mismos tipos de causas han de explicar las creencias falsas y las verdaderas, los éxitos y los fracasos; y la reflexividad, principio problemático, según el cual las pautas explicativas se han de poder aplicar a la sociología también.

## 2. Algunas reflexiones sobre la tecnología

El caso de la tecnología presenta algunas características idiosincrásicas, pero también ha recibido críticas su concepción lineal y autónoma. Resulta difícil dar de ella una definición clara y exhaustiva. El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española dice que es “el conjunto de conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial” y el “conjunto de instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto”. La tecnología incluye a la técnica, pero no a la inversa: “la tecnología, o el quehacer de la ciencia moderna y la utilización de artefactos, presupone las técnicas como formas primordiales de la acción humana”.<sup>8</sup> En efecto, al hablar de los orígenes de la humanidad, arqueólogos y antropólogos físicos consideran que la utilización de instrumentos o artefactos es indicio de cultura y civilización, es decir, que eso es precisamente lo que distingue al hombre de otras especies animales, siendo indicativo de que tiene una relación con el mundo superior a la que mantienen esas otras especies.<sup>9</sup> Dicha relación con el mundo supone dominio del *hombre* [sic] sobre la naturaleza. Esa relación de dominación tiene sus raíces en la concepción baconiana, y de la revolución científica, que considera la naturaleza como algo (ya sea material, ya sean fuerzas) que debe ser explotado, sometido por el hombre, el dominador que la obliga a obedecer mediante ingenio o inventos.<sup>10</sup> Estos artefactos o inventos se consideran instrumentos que sirven para asegurar nuestra supervivencia, ahorrar energía, preservar la salud y la seguridad. Es decir, se consideran signos de progreso.

Pensadores y filósofos han intentado dar definiciones de la tecnología o, lo que viene a ser lo mismo, ofrecer un criterio de demarcación que permita distinguir entre lo que es y no es tecnología. Así por ejemplo, Ellul [1960] la define como “la totalidad de métodos que racionalmente alcanzan la eficacia absoluta (o apuntan a ella) en una etapa dada de desarrollo, en

---

8. C. Mitcham (1989), p.14

9. Idea fuertemente cuestionada por la primatología, en especial desde los trabajos de Jane Goodall.

10. No puedo dejar de mencionar el papel de las metáforas en la construcción de nuestro conocimiento en general y del científico y tecnológico en particular (véase, por ejemplo, E. Bustos (2000)). Pero, sobre todo, hay que recordar que, en muchas de las metáforas usadas desde la revolución científica, la naturaleza es una mujer, a la par que se utilizan metáforas ‘naturales’ para las mujeres. En esas metáforas la jerarquización es análoga a las que se mantiene en otras dicotomizaciones conceptuales occidentales como las que hay entre cultura/naturaleza, mente/cuerpo, razón/emoción, objetividad/subjetividad, dominio público/dominio privado. En todas ellas, el par dominante es el asociado a lo masculino. Sobre cómo las metáforas sesgadas por el género penetran la ciencia y la tecnología, véase, por ejemplo, G. Kirkup y L. Smith Keller (eds.) (1992), E. Fox Keller (1985), (1995), E. Martin (1991) y L. Schiebinger (1993).

todos los campos de la actividad humana”; según Ortega [1939] es el conjunto de actos tendentes a la reforma de la naturaleza con vistas a que las necesidades queden anuladas por dejar de ser problema su satisfacción y a que, en consecuencia, vivir y supervivir no sean una y la misma cosa”; para Sanmartín [1988] es “la complicación de ciertas acciones primarias en un ser ancestral [...] que puede efectuarse [...] bajo la guía y dirección de un proceso cognitivo que dependa de la emergencia de una mente [...] en concreto, de un proceso de diseño: de la capacidad, expresado en otros términos, técnica de hacer técnicas”. Y, por último, Broncano [1988] afirma que “la tecnología es la aplicación del método científico a la satisfacción de las necesidades humanas mediante la transformación del medio ambiente [...] significa el paso de un modo simple de comportamiento racional a un complejo institucional en el que la planificación, innovación y control ya no son patrimonio de personas particulares sino en cuanto éstas forman parte de instituciones [...] no es otra cosa que un instrumento social de dominio y, a veces, sustitución de la naturaleza”.<sup>11</sup>

Las caracterizaciones anteriores comparten, con matices, las líneas principales de la concepción baconiana. Pero, a partir de ellas, podemos decir que hay al menos tres sentidos en que se usa el término ‘tecnología’. En primer lugar, la tecnología es una forma de conocimiento que contiene conceptos científicos, datos problemáticos, teoría de ingeniería y habilidad tecnológica. También utilizamos ‘tecnología’ para referirnos al conjunto de objetos físicos tales como coches, aspiradores u ordenadores. Pero esos objetos no son nada sin personas que sepan cómo usarlos. Así pues, ‘tecnología’ también refiere a lo que la gente hace y a lo que sabe, forma parte de las actividades humanas: un ordenador sin programa ni programador es un conjunto de trozos de metal, plástico y silicio. Pero la tecnología no tiene que ver solo con conocimiento, actividad o construcción de artefactos. Es una institución e incluye prácticas. Y, desde luego, resulta muy difícil distinguir entre ciencia y tecnología.<sup>12</sup> Por ese motivo, diversos autores hablan de la ‘tecnociencia’, una actividad humana compleja y contextual, un proceso/producto eminentemente social, en cuyo origen y desarrollo desempeñan un papel importante los factores no cognitivos o contextuales (ideológicos, sociales, de género, económicos, religiosos...)

Una de las imágenes tradicionales de la tecnología es la que la considera ciencia aplicada,<sup>13</sup> es decir, que se deriva de la ciencia pura, pero sin tener nada que ver con la ciencia. Dado que quienes mantienen esto defienden la neutralidad valorativa de la ciencia, lo que se suele concluir es que las tecnologías en sí no son buenas ni malas, sino que la bondad o maldad reside en quienes utilicen las tecnologías. Esta imagen se complementa con la concepción de las tecnologías como instrumentos o herramientas que sirven a infinidad de tareas. También aquí

---

11. Las definiciones que se podrían dar son muchas, pues la bibliografía al respecto es ingente. Para una selección bibliográfica véase, por ejemplo, M. González García, J. A. López Cerezo, y J. L. Luján, (1996, 1997). Para las posturas feministas ante la tecnología, Pérez Sedeño (1998).

12. Sobre la posibilidad de distinguir entre ciencia y tecnología también se ha vertido mucha tinta, pero, por ejemplo, véase el trabajo de L. Olivé (1987) o E. Agazzi (1997) en el que hace un examen y exposición muy interesantes, aunque su objetivo fundamental sea la dimensión ética de la ciencia.

13. Por ejemplo, Bunge (1989), (1991) Quintanilla (1989), Ziman (1984). Para una exposición de las diversas concepciones de la tecnología y sus críticas, véase González García, López Cerezo y Luján López (1996), en especial los capítulos 9 y 10 y Agazzi (1997), en especial los cap. IV, V y VI.

se asume la neutralidad valorativa, recayendo la responsabilidad en quienes usen de ciertos modos los artefactos tecnológicos.

Estas imágenes de la tecnología conllevan las tesis de la autonomía de la tecnología y del determinismo tecnológico de la sociedad. Según la primera, la tecnología posee una lógica interna propia, a saber, la de la eficacia, y en la que no debe haber interferencias de ningún tipo: “la tecnología promueve todos los valores relacionados con la *innovación racional*”<sup>14</sup> y, finalmente, “toda tecnología mala termina revelándose como una mala tecnología y todo problema surgido como resultado de una tecnología se resuelve desarrollando una tecnología mejor”.<sup>15</sup> El determinismo tecnológico mantiene el poderoso influjo de la tecnología sobre el cambio social que ningún otro factor, por fuerte e importante que sea, puede modificar, ya que la lógica interna del desarrollo tecnológico produciría la evolución social.

Ante la tecnología se suelen mantener fundamentalmente dos posturas. La optimista mantiene la neutralidad de la tecnología, su carácter pasivo. Es decir, se mantiene que se puede usar para bien o para mal, pero que eso es culpa de sus operadores o usuarios, o de quienes la desarrollan, no de la tecnología en sí. Eso está avalado por hechos tales como que la tecnología haya trascendido las facciones de la guerra fría: izquierda y derecha usan las mismas tecnologías. Según esta idea, se avanza en tecnología avanzando en ciencia, pues la tecnología se entiende, como ya se ha dicho, como ciencia aplicada: es la aplicación de conocimiento racionalmente adquirido a situaciones para lograr fines libremente elegidos. Como se supone que la ciencia y las situaciones problemáticas materiales son independientes de las determinaciones sociales, la tecnología tendría una doble objetividad: la que le confiere el ser un producto de conocimiento universal racionalmente adquirido de las leyes de la naturaleza, es decir, de la ciencia (leyes que se dan en cualquier parte); y la que le otorga el que ese conocimiento se aplique a situaciones materiales, aplicables, además, a situaciones similares que surjan. Se conseguirá el éxito o no, pero todo es cuestión de que se desarrolle la tecnología adecuada cuando aparezcan nuevos fines. Algunos optimistas<sup>16</sup> apelan a la responsabilidad moral de usuarios e inventores: hay que controlar el desarrollo de las tecnologías, lo que supone controlar su difusión y, por tanto, control sobre otras personas. Eso supone, también, la creación de una ‘casta sacerdotal’ y conduce a pensar que podemos y debemos controlar a otras personas, en especial, a aquellos que no comparten nuestros fines y valores y que podrían usar la tecnología en contra de los nuestros.

Los pesimistas hacen hincapié en la autonomía de la tecnología: las estructuras mudas y las fuerzas ciegas son causalmente más potentes que la inteligencia y voluntad humanas; quizás podamos retocar el curso de la tecnología, pero solo ligeramente, porque el desarrollo tecnológico es autónomo. Consideran que los sistemas tecnológicos<sup>17</sup> tienen valores que no son

---

14. Quintanilla (1989), pág. 22. La cursiva es del autor.

15. *Ibidem*, pág. 21.

16. E. G. Mesthene (1967). Sobre optimistas y pesimistas con respecto a la tecnología, véase, por ejemplo, M. Tiles y H. Oberdiek (1995).

17. La noción de ‘sistema tecnológico’ que estos autores utilizan es diferente a la empleada aquí. Suelen distinguir entre sistemas tecnológicos y prácticas técnicas para evitar la incompatibilidad entre el poder perseguido a través de la tecnología y el ideal de una sociedad libre y abierta.

evidentes en la selección de los fines a lograr por medios tecnológicos. El criterio instrumental, la eficacia, enmascara esos valores. La eficacia se define como la razón costes/beneficios, por lo que resulta fundamental cómo se contabilizan esos costes y esos beneficios. Ahora bien, habría que preguntarse para quién y de qué tipo serán esos costes o beneficios.

Los pesimistas piensan que los sistemas tecnológicos son parte de la realidad en la que las personas viven y trabajan, al funcionar constituyen su entorno, lo crean y lo mantienen. Ellul,<sup>18</sup> por ejemplo, afirma que la tecnología esclaviza autónoma e irresistiblemente todo: arte, familia, etc. Al considerar que los sistemas tecnológicos son autónomos piensa que escapan a todo control y son valorativamente neutros. Las tecnologías crecen según un modelo causal pero no dirigido a fines. Por ejemplo, la píldora se desarrolló en principio para que las mujeres casadas aumentasen su posibilidad de concebir, regulando su ciclo menstrual; nunca se pretendió ni previó su papel en la revolución sexual, tanto de mujeres como de hombres. Consideraciones de ese tipo lleva a muchos a pensar que, una vez creada, una tecnología toma vida propia. Se puede caer así en un determinismo tecnológico: una vez liberado el genio de la botella, es incontrolable, por lo que es mejor dejarla tapada.

La expresión política de esa autonomía, donde se señala que la gestión del cambio científico-tecnológico debe ser dejada en manos de los propios especialistas, es algo que tiene lugar después de la segunda guerra mundial, en una época de intenso optimismo acerca de las posibilidades de la ciencia y la tecnología y de apoyo incondicional a la misma. La elaboración doctrinal de ese manifiesto de autonomía con respecto a la sociedad debe su origen a Vannevar Bush, un científico norteamericano involucrado en el *Proyecto Manhattan* para la construcción de la primera bomba atómica. El mismo mes de la explosión de prueba en Nuevo México, en julio de 1945, Bush entrega al presidente Truman el informe que Roosevelt le encargara un año antes: *Science - The Endless Frontier (Ciencia: la frontera inalcanzable)*. Este informe, que traza las líneas maestras de la futura política científico-tecnológica norteamericana, subraya el modelo lineal de desarrollo (el bienestar nacional depende de la financiación de la ciencia básica y el desarrollo sin interferencias de la tecnología) y la necesidad de mantener la autonomía de la ciencia para que el modelo funcione. El desarrollo tecnológico y el progreso social vendrían por añadidura. La ciencia y la tecnología, que estaban ayudando decisivamente a ganar la guerra mundial, ayudarían también a ganar la guerra fría. Los Estados industrializados occidentales, siguiendo el ejemplo de EEUU, se implicarían activamente en la financiación de la ciencia básica. Pero pronto surgirían voces discrepantes.

---

18. Ellul (1960), (1964) y (1983).

### 3. ¿Una nueva ciencia y tecnología?

Diversos *adelantos* tecnológicos se lograron gracias a un cambio radical que se había producido en la forma de hacer ciencia y que la había convertido en una organización de numerosos científicos que contribuían con diversos grados de pericia (*expertise*) en diversos campos, a un proyecto común. El modelo era el Proyecto Manhattan para física, en el que físicos, ingenieros, matemáticos, etc. colaboraban para un mismo fin, y que sirvió de incubadora para la electrónica, la ciencia computacional y las tecnologías militares y aeroespaciales desarrolladas durante la guerra fría.<sup>19</sup>

Pero el nacimiento de esta *Big Science* (o mega-ciencia) provocó otros cambios que afectan a qué conocimiento se produce y cómo, el contexto en que se prosigue, su forma de organización, el sistema de recompensas que usa y los mecanismos que lo controlan.<sup>20</sup> El paso a esta nueva forma de producción del conocimiento se caracteriza por diversos aspectos. En lo que Ziman (2000) ha denominado la ciencia académica o la también denominada ciencia en Modo 1 (Gibbons *et al.*, 1994) los problemas se plantean dentro de la estructura disciplinar, mientras que en la postacadémica es en el contexto de aplicación, que exige cada vez más estructuras transdisciplinarias (y que provoca que, constantemente, surjan nuevas disciplinas). En la ciencia académica o en Modo 1 hay homogeneidad de intereses, instituciones (principalmente universidades u organismos estatales) y actividades, pero en la postacadémica hay heterogeneidad de intereses, de instituciones participantes (empresas, etc.) y de actividades. Si en la ciencia académica la estructura es jerárquica y autoritaria, en la postacadémica es más abierta, heterogénea y transitoria, con mayor interacción entre múltiples actores, que tienen mayor responsabilidad social, frente a la responsabilidad individual típica de la ciencia académica. Lo cual conduce a la última característica diferenciadora, aunque no sea menos importante: en el Modo 1, o ciencia académica, es la propia comunidad científica la que evalúa los resultados, mientras que en el Modo 2, o ciencia postacadémica, hay una mayor gama de mecanismos de control en los cuales tienen cabida otros intereses, valores, etc. En la ciencia postacadémica la responsabilidad social compete a la comunidad científica, pero también a la sociedad en general, lo que produce un giro interesante en la ciencia y en las políticas de gestión y toma de decisiones.

A la vez, cabe destacar que una serie de acontecimientos propiciarían una reflexión diferente, desde múltiples perspectivas y sentidos críticos. Entre estos, cabe destacar las bombas arrojadas sobre las poblaciones civiles de las ciudades de Hiroshima y Nagasaki, al final de la Segunda Guerra Mundial y el inicio de la carrera espacial, con el lanzamiento del Sputnik, que dejaba por detrás al modelo occidental. O una serie de accidentes medioambientales, como

---

19. También había un proyecto Manhattan para biomedicina, que preveía cómo adaptar al mundo posbélico el trabajo que se había hecho bajo condiciones de extrema seguridad. No solo contemplaba cómo continuar las prometedoras investigaciones que se habían iniciado durante la guerra, sino su adaptación al mundo civil, estableciendo disciplinas médicas y académicas en física médica, biofísica y medicina nuclear; así como el desarrollo de instrumentación biomédica, radiofarmacéutica y con radio-isótopos como parte de un esfuerzo por crear la infraestructura de una industria nuclear biomédica autosostenible (Lenoir y Hays, 2000, Pérez Sedeño, 2007).

20. Todas estas son características sociales que están bien articuladas en las ciencias paradigmáticas (física, química y biología), aunque algo menos en las ciencias sociales y las humanidades.

los vertidos de residuos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas como el DDT, denunciado por Rachel Carlson (1962), envenenamientos farmacéuticos (talidomida), o accidentes nucleares civiles (como el de Three Mile Island). A ello hay que unir las críticas a la concepción clásica de la ciencia y la tecnología surgidas de los movimientos medioambientalistas, los pacifistas y los feministas, más los ya mencionados en la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia.

Así pues, las décadas de los años sesenta y setenta señalan el inicio de la revisión y corrección del modelo lineal como base para el diseño de la política científico-tecnológica. Una política en la que los poderes públicos desarrollan y aplican una serie de instrumentos técnicos, administrativos y legislativos para encauzar el desarrollo científico-tecnológico y supervisar sus efectos sobre la naturaleza y la sociedad y en la que la participación pública será una constante en las iniciativas institucionales relacionadas con la regulación de la ciencia y la tecnología.

## 4. Nuevo modelo político de gestión

El nuevo modelo público de gestión de la ciencia y la tecnología se ha caracterizado por la regulación pública y la creación de diversos organismos democráticos mediante los cuales dar cuenta al público

La generación y aplicación de conocimiento científico y tecnológico desempeña un papel fundamental en la mejora de la calidad de vida de la sociedad, en la modernización productiva, a la vez que ayuda a que los países se inserten en el escenario mundial. En los últimos años se han producido enormes avances en diversas disciplinas tales como la genética, la biotecnología o las tecnologías de la información, que han producido debates sobre su utilización actual o futura, sus implicaciones sociales y éticas. Esos avances también han variado muchas cosas en nuestro entorno. Por ejemplo, las tecnologías de la información y de la comunicación han cambiado nuestra forma de trabajar o de comunicarnos, así como nuestras relaciones personales y sociales. La información llega a cualquier parte del mundo de manera instantánea conectando personas y lugares que se encuentran a miles de kilómetros. Y la biotecnología, en concreto las tecnologías de reproducción asistida, han provocado cambios en las relaciones de parentesco, desarrollando formas de maternidad o de paternidad insospechadas hasta ahora.

El conocimiento científico universal y su gran desarrollo reciente ha hecho posible la universalización tecnoeconómica, pero también ha posibilitado la profundización de las desigualdades sociales y acentuado las asimetrías en la apropiación de ese conocimiento; el desarrollo de los modernos sistemas nacionales de Investigación, Desarrollo e Innovación ha mostrado el papel clave que la ciencia desempeña en la generación de bienestar material, pero también la necesidad de reconceptualizar sus relaciones con la tecnología y los agentes sociales en el marco de contextos productivos específicos.

Nuestras sociedades han sido objeto de un intenso desarrollo político tendente a abrir todos los ámbitos de la política pública al escrutinio social y la participación ciudadana, en tanto que la ciencia y la tecnología siguen siendo percibidas como algo ajeno y distante por algunos

ciudadanos –aunque cada vez menos–, y que hacen uso de un modelo de organización basado en el ideal de la autonomía corporativa.

La importancia crucial de la ciencia y la tecnología en nuestras vidas y en el desarrollo económico y social de nuestros países, así como las preocupaciones que suscitan, ha llevado a que los países occidentales, y en el caso de España la UE, se planteen la necesidad de la apertura a los ciudadanos de la política científica de toda Europa esto es, la necesidad de que la ciudadanía participe en la elaboración y puesta en marcha de las acciones públicas, y en la construcción del *espacio europeo de investigación* desde nuevas formas de cooperación entre los diferentes niveles de gobierno: europeo, nacional, regional y local. A esto se le denomina *gobernanza*.

Según el Diccionario de la RAE, la gobernanza es el arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía. Y también es la acción y efecto de gobernar o gobernarse. Pues bien, según el **Libro Blanco de la Comisión Europea (COM (2001) 428 final)**, la “buena gobernanza” es un conjunto de reglas y procedimientos que influyen en el ejercicio del poder en el ámbito europeo según los principios de apertura mediante la comunicación activa y con un lenguaje próximo al ciudadano; participación ciudadana en todas las fases del proceso, desde la concepción hasta la aplicación de las políticas; responsabilidad clara de cada una de las instituciones legislativas y ejecutivas; eficacia de las medidas sobre la base de objetivos claros, la evaluación del impacto y la experiencia adquirida; y coherencia de las acciones, en particular en las políticas multisectoriales e interdisciplinarias (calidad del aire, seguridad en el transporte, cuotas de pesca sostenible, etc.). A la vez que se considera necesario reforzar los principios de la proporcionalidad y la subsidiaridad.

Todo ello se ha traducido, en el VI y VII Programa Marco, en el desarrollo del programa “Ciencia y Sociedad” (2002-2006, 2007-2013), que pretende el acercamiento de la ciencia a la sociedad fortaleciendo la conexión entre los expertos, los responsables políticos y la sociedad en el proceso de la toma de decisiones en materia de política científica y de otras políticas. En ese sentido se han propuesto tareas sobre ciencia y gobernanza, asesoramiento científico, participación de la sociedad en investigación y prospectiva. Así mismo se plantea asegurar un uso razonable de los avances científicos y tecnológicos sobre la base de la responsabilidad de los gestores políticos y de los expertos, de la calidad de sus conocimientos y fuentes, así como de la confianza de los agentes económicos y sociales y de los ciudadanos. También aquí se han propuesto trabajos sobre evaluación y gestión del riesgo, mejora de la responsabilidad, efectividad del informe experto, desarrollo del principio de cautela, sistema europeo de referencia y ética de la investigación Y, por último, fomentar el diálogo entre la ciencia y la sociedad, para lo que es necesario que el público en general reciba la información científica y tecnológica adecuada a fin de que forme su propia opinión, sobre todo en temas donde existe percepción de riesgo. En este sentido, también se han propuesto tareas sobre nuevas formas de diálogo, el fomento del interés de los jóvenes por las carreras científicas, el conocimiento de la ciencia por los ciudadanos, y la plena incorporación de las mujeres a la investigación científica y tecnológica. Permítaseme centrarme en estos dos últimos puntos un momento, porque son fundamentales en las sociedades auténticamente democráticas.

## 5. Cultura científica

El problema de la cultura científica es cada vez más relevante para el normal desarrollo democrático en las sociedades actuales. Entre las cuestiones que suscita se encuentran la definición de cultura científica, factores que inciden en la comprensión pública de la actividad científica, características de esa actividad, o los instrumentos para su medida, en especial los trabajos sobre percepción pública de la ciencia y la tecnología.

La definición de cultura, no en un contexto aislado sino precisamente en relación con los instrumentos utilizados para su medida, conlleva una serie de problemas. La valoración de la cultura científica ha sido una preocupación constante en el seno de la Unión Europea. Desde el momento en que la colectividad europea adquirió conciencia de sus deficiencias científico-técnicas respecto a los otros dos grandes bloques, Estados Unidos y Japón (y ahora recientemente, China), decidió promover una política activa para el fomento de la investigación, el desarrollo y la innovación. Paralelamente, las instancias europeas se preocuparon por el desarrollo de técnicas que permitieran establecer las relaciones entre la ciencia y el público, recurriendo a las encuestas de opinión.

La elección de esta metodología está asociada, en mi opinión, con la asunción de una determinada acepción sobre el concepto de cultura. En el *Diccionario del Español Actual* (Seco, Andrés y Ramos, 1999) se encuentran tres acepciones de cultura:

- i)** como conjunto de conocimientos adquiridos por la persona, que permite desarrollar el sentido crítico y el juicio;
- ii)** como instrucción o conjunto de conocimientos no especializados que se supone debe poseer toda persona educada;
- iii)** como conjunto de modos de vida, conocimientos y grado de desarrollo de una colectividad humana o de una época.

Es evidente que estas acepciones difieren en la dimensión del elemento de referencia para su valoración. En las dos primeras acepciones, la cultura se relaciona con los individuos, mientras que la tercera está asociada con una dimensión colectiva (expresión de una agregación en virtud de parámetros espaciales o geográficos y temporales). La selección de la metodología de las encuestas de opinión para medir la cultura apunta a que se escoge la medida de la cultura en la línea de las dos primeras acepciones, quedando plenamente descartada la tercera acepción.

Para tener una verdadera cultura científica, la sociedad debe conocer una serie de características de la actividad científica, que da origen a la producción de conocimiento. Por ejemplo, su constante dinámica, el hecho de que en el conocimiento científico no existen verdades absolutas sino que se generan verdades parciales, condicionadas por el objeto de esa actividad y las técnicas que se utilizan para la resolución de los problemas que existen en dicho objeto, y que la producción de conocimiento científico puede dar lugar a resultados dispares que generan controversias de diferente intensidad y duración.

De acuerdo con estas características, la cultura científica debe estar relacionada no solo con la disposición de conocimiento (¿información?) sobre hechos o datos, sino que debe tener en cuenta, reconocer, la importancia de los procedimientos, de los procesos, de la naturaleza del conocimiento en función de los temas y de las técnicas aplicadas. Ante este contexto, parece lógico concluir que la cultura científica es ante todo fruto de la educación –con las salvedades y limitaciones señaladas anteriormente–, mientras que cabe preguntarse si la información puede generar, dar lugar, a una cultura científica de un nivel aceptable. A la luz del presente nivel de análisis, cabe concluir que la información como “transmisor, mediante señales o datos, de elementos para formular un juicio o llegar a solucionar (o comprender) un problema” puede llegar a configurar “un nivel de instrucción sobre conocimientos no especializados en personas educadas”, es decir, poseedoras de un nivel suficiente para comprender las características de la actividad científica enunciadas anteriormente.

¿Cómo medir la cultura científica? Los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología se originan en el mundo anglosajón, con los movimientos de *Scientific Literacy* (alfabetización científica) y de *Public Understanding of Science* (comprensión pública de la ciencia). El primero es un movimiento de origen norteamericano que pretende medir el grado de alfabetización científica de la sociedad, diseñando encuestas en las que se preguntan cuestiones científicas básicas sobre hechos bien establecidos. Es decir, se plantean preguntas sobre contenidos, sin tener en cuenta la complejidad de la actividad científica. Pero, como se ha señalado, la ciencia no es solo conocimiento en el sentido de ‘información’, sobre hechos o datos; los procedimientos, los procesos, la naturaleza del conocimiento en función de los temas y de las técnicas aplicadas son sumamente importantes, así como los valores sociales que en ella se expresan.

El segundo de los movimientos mencionados, fundamentalmente de origen británico, pretende valorar la capacidad de la sociedad para entender la ciencia, sus aplicaciones y sus relaciones con la sociedad, por lo que sus preguntas no plantean cuestiones de contenido científico, sino que son de tipo social, político o económico. Así pues, se pone en cuestión el componente semántico más tradicional de la noción de cultura científica que se reduce al plano del conocimiento científico. En efecto, nos parece más adecuado, dado que la noción de cultura científica incorpora ya destrezas y habilidades comunicativas, lo que conlleva a perfilar un tipo de cultura relativa también a las formas organizacionales de la producción científica, y sobre todo, sus interacciones, que entran también a formar parte de los procesos de percepción pública de la ciencia.

Los trabajos de percepción pública de la ciencia han ido tomando forma gracias al desarrollo combinado y paralelo del trabajo de los grupos de investigación de Jon D. Miller en Estados Unidos y de John Durant en Gran Bretaña en torno a encuestas norteamericanas y europeas. Su énfasis en especificar dimensiones de análisis concretas en cuestionarios comparables favoreció que estas investigaciones se extendiesen a Europa y otros países, de modo que en los noventa ya comienzan a tener un nivel significativo de fundamentación empírica.

Desde hace varias décadas se vienen realizando encuestas periódicas sobre interés, percepción y opiniones públicas acerca de la ciencia y la tecnología en general, o aspectos particulares de las mismas. En el ámbito estadounidense, The National Science Board de la

National Science Foundation (NSF) elabora bianualmente el informe Science and Engineering Indicators. Con él no solo se continúa elaborando encuestas sobre actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología, realizadas desde los años setenta, sino que también se plantean estrategias y recomendaciones de promoción a incorporar en las políticas nacionales. En la experiencia europea, destaca el papel de la Comisión Europea en la puesta en marcha de marcos de acción a través de programas como el Forecasting and Assessment of Science and Technology (Programa FAST). Con él se pretendía pronosticar y analizar las consecuencias de la incorporación de nuevas tecnologías en los Programas Marco de I+D. De ahí la emergencia de líneas de análisis específicas, como robótica o biotecnología, en los Eurobarómetros que han medido en los últimos tiempos cuestiones de percepción de la ciencia en el ámbito europeo. La elección específica de la percepción pública de la ciencia como objeto de estudio de opinión y actitudes mediante el Eurobarómetro de 1992 a 2003 se debe, fundamentalmente, a tres razones. En primer lugar, las decisiones en las que influye la ciencia cada vez forman parte más directa de nuestros actos cotidianos, aunque sea de forma inconsciente. Además, para que una sociedad avanzada pueda desarrollarse y participar en las decisiones que la afectan de manera eficaz, es imprescindible que posea una mínima cultura científica que se extienda horizontalmente por toda ella. Finalmente, en la actual sociedad del conocimiento, la formación científica de los ciudadanos es cada vez más una exigencia de la democracia.

En el ámbito iberoamericano, pese a que hace más de veinte años que se llevan realizando estudios de percepción, hasta hace poco no se empezó a hacer encuestas normalizadas con cierta periodicidad. En ese sentido, la Organización de Estados Iberoamericanos y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología han promovido este tipo de estudios comparativos consiguiendo progresivamente respaldo institucional, como el de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) o el Centro REDES de Argentina, entre otros. Estas tres instituciones tienen en la actualidad un objetivo prioritario, a saber, lograr un estándar iberoamericano de indicadores de percepción social y cultura científica, que está en fase de elaboración.

En España, la FECYT realiza, desde el año 2002 y con una periodicidad bianual, encuestas nacionales sobre percepción pública de la ciencia y la tecnología que, al igual que los *Eurobarómetros*, contemplan de manera separada algunos temas, como biotecnología y biomedicina y salud. Dichas encuestas miden habitualmente tres planos distintos de la relación del público con la ciencia: grado de interés e información en cuestiones de ciencia y tecnología, nivel de conocimientos científicos y actitudes hacia la ciencia y la tecnología. Este tipo de encuestas tradicionales proporciona información muy valiosa acerca de las tendencias generales referidas a cómo los ciudadanos no expertos ven la ciencia y la tecnología. Por ese motivo, esperamos que la FECYT y otras instituciones sigan realizando este tipo de estudios, o se animen a llevar a cabo otros específicos o sectoriales.

Sin embargo, consideramos que, para aprehender la complejidad de las relaciones entre la ciencia y el público es necesario realizar otras actuaciones complementarias. Estudios de tipo cualitativo ayudan a obtener una imagen más rica de las relaciones entre la ciencia y los no expertos, y por tanto, también pueden sugerir cómo reforzar las relaciones entre ambos mundos. La confianza del público en actores e instituciones y la relevancia de las investigaciones e

innovaciones para los intereses sociales son algunas de ellas. Estos trabajos sobre “comprensión pública de la ciencia” apuntan hacia la necesidad de crear líneas de acercamiento bidireccionales. Parte de su enseñanza es que el esfuerzo por acercar la ciencia al público no puede ser únicamente un esfuerzo de “alfabetización” o divulgación, desde los expertos hacia el público general. Expertos y políticos han de dialogar con la sociedad, atendiendo a sus demandas, respetando sus opiniones y escuchando sus aportaciones. Solo de esta manera podrán desarrollarse intervenciones tecnocientíficas socialmente sensibles y eficaces.

## 6. Mujeres y ciencia

Los estudios sobre los sistemas de I+D suelen ser parciales o incompletos, pues apenas discriminan entre las diferentes situaciones que se dan en los distintos sujetos que componen el sistema, que quedan diluidas en las cifras globales. Pero cuando se toma en cuenta la variable ‘sexo’ la radiografía que se obtiene del sistema es diferente y ofrece indicaciones de dónde fallan los sistemas, de modo que se pueden apuntar soluciones para favorecer la calidad y excelencia de toda la comunidad científica.

El interés por la interacción entre género y ciencia y por la relevancia del concepto de género para el análisis de la actividad científica surge de investigaciones acerca del escaso número de mujeres conocidas a lo largo de la historia de las ciencias y sobre las barreras institucionales y socio-psicológicas que han obstaculizado y siguen obstaculizando el acceso de las mujeres a la ciencia y la tecnología. Estas investigaciones han originado el interés por la recuperación de figuras femeninas olvidadas por la historia tradicional, pero también por la situación real de las mujeres en los distintos sistemas nacionales de ciencia y tecnología.

Aunque la igualdad entre hombres y mujeres está incluida en la *Carta de las Naciones Unidas* (26 de junio de 1945) y en la *Declaración Universal de los Derechos Humanos* (10 de diciembre de 1948), así como en los más importantes convenios legales sobre derechos humanos, políticos y civiles, económicos, sociales y culturales establecidos por las Naciones Unidas, lo cierto es que el problema no se afrontó seriamente y a nivel internacional hasta la década de los setenta del pasado siglo XX.

En la *Convención sobre la Eliminación de todas Formas de Discriminación contra las Mujeres (CEDAW)* de 1979 de la ONU, se definieron los objetivos y medidas necesarios para conseguir la plena igualdad de género, tanto en la vida pública como en la privada. En la Década de las Mujeres de las Naciones Unidas (1975-85), surgieron, además, recomendaciones específicas. Por ejemplo, en 1984 el Panel del Comité Asesor sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de las Naciones Unidas avanzó un programa de acciones, titulado “*Science and Technology, and Women*”. En ese contexto, Estados Unidos y Canadá comenzaron a recopilar estadísticas separadas por sexo de una forma más sistemática (véase, por ejemplo, NSB, 2002).

A comienzos de los años noventa, la Comisión de las Naciones Unidas sobre la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo (UNCSTD) consideró que una de las tres cuestiones principales de las que debía ocuparse era la de género. En 1995, el Grupo de Trabajo de la CSTD presentó al Consejo Económico y Social de Naciones Unidas la *Declaración de Intenciones con 7*

*Acciones Transformadoras*, que era una agenda de acciones sobre género, ciencia y tecnología y que hizo suya la Cuarta Conferencia Mundial sobre las Mujeres y el Desarrollo de Pekín, en 1995. Por otro lado, la UNESCO en su *Informe Mundial sobre la Ciencia* de 1996 incluyó un capítulo, el tercero, titulado “El lugar de las mujeres en la ciencia y la tecnología”, coordinado por Sandra Harding y Elizabeth McGregor en el que, además de establecer un marco conceptual, se ofrecen datos estadísticos a nivel mundial y de algunos países en la educación formal y no formal, la enseñanza universitaria y los puestos profesionales. Ahí se señalaba ya la necesidad de tener datos: sin ellos no se podía establecer un diagnóstico adecuado y sin este era imposible determinar prioridades.

La Unión Europea, en concreto la DGXII de la Comisión de las Comunidades Europeas, organizó una reunión en Bruselas los días 15 y 16 de febrero de 1993 de la que salió el libro editado por Hugo A. Logue y Lily M. Talapessy, *Women in Science – International Workshop*. En él participaron personas procedentes de todos los Estados miembros, la Comisión y el Parlamento Europeo. Aun sin partir de estudios estadísticos serios y completos, no obstante se llegó a algunas conclusiones, entre ellas, la ausencia de buenas posibilidades de acceso a la toma de decisiones o a la financiación de la investigación, la escasa flexibilidad de las estructuras profesionales y la falta de políticas de igualdad, a la vez que se hicieron algunas recomendaciones, entre las que cabe destacar la recopilación y comparaciones de datos estadísticos de programas comunitarios y de los Estados miembros referentes a las mujeres en la ciencia y la tecnología. Se especificaba, además, que los datos debían incluir el desglose por sexo del estatuto académico universitario, tanto general como por disciplinas científicas y tecnológicas (o áreas), la especificación por sexos del personal de investigación de los centros científicos y tecnológicos, el desglose por sexos de la financiación de la investigación por parte de los organismos nacionales, en concreto porcentajes de mujeres solicitantes y porcentajes de concesiones a mujeres, así como desglose por sexos de la composición de los comités nacionales de financiación y de política científica y tecnológica. Aunque el informe se distribuyó por toda Europa, no hubo respuesta inicial de la Comisión a las recomendaciones, aunque unos pocos Estados miembros se hicieron eco de algunas de ellas.<sup>21</sup>

A nivel general de toda la Unión Europea, la Dirección General de Investigación (antes DGXII) creó, en 1998, un grupo de trabajo sobre las mujeres y la ciencia, que elaboró un informe, *Política Científica de la Unión Europea*, que lleva por subtítulo *Promover la excelencia mediante la integración de la igualdad entre géneros* y que se conoce popularmente como *Informe ETAN* (2000). Tras estudiar la situación de las mujeres en la ciencia y la tecnología de diversos países europeos, concluía que la “infrarrepresentación de las mujeres amenaza los objetivos científicos de alcanzar la excelencia, además de ser un derroche y una injusticia”. Aunque dicho informe tiene muchas virtudes, puso de manifiesto, una vez más, un gran contratiempo: la dificultad de obtener datos fiables en el campo de la ciencia y la tecnología, lo cual rebajó considerablemente los logros esperados. Por ese motivo, una de las recomendaciones del grupo ETAN fue

---

21. Para ver un análisis somero de los estudios realizados por algunos Estados miembros, véase Pérez Sedeño y Alcalá Cortijo, 2007.

que todos los Estados miembros de la Unión Europea elaboraran estadísticas desglosadas por sexo, aunque, como ya se ha mencionado, la CE ya había efectuado la misma recomendación en 1993, y en esos cinco años no había habido mejoras sustanciales. Muestra del interés del tema es que el último informe europeo de indicadores de ciencia y tecnología (EC, 2003), incluye una sección dedicada al análisis de la participación de las mujeres en la ciencia dentro de los países de la Unión Europea. Por otro lado, la Unión Europea mantiene una página web ([http://europa.eu.int/comm/research/science-society/women/wssi/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/research/science-society/women/wssi/index_en.html)) en la que se ofrecen informes, datos estadísticos, etcétera. Pero ni esta información está actualizada, ni es homogénea, ni tampoco en todas las tablas de indicadores aparecen datos de todos los países, dado que en muchos de ellos han hecho caso omiso de tal recomendación. Sin embargo, esos problemas están intentando solucionarse con la publicación de la serie *She Figures*.<sup>22</sup>

Con respecto a la participación de las mujeres en la investigación que se desarrolla en la industria y en el sector privado, hay que señalar que apenas hay datos.<sup>23</sup> La Unión Europea, una vez más, promovió un estudio al respecto, que se publicó en 2003 bajo el título *Women in Industrial Research: A wake up call for European Industry* (WIR), fruto de los trabajos realizados por el grupo experto de alto nivel sobre las mujeres en la investigación industrial para el análisis estratégico de cuestiones específicas de política científica y tecnológica (STRATA). WIR consta de dos partes. En la primera se presentan los resultados del análisis estadístico de la situación de las mujeres en la investigación industrial y se pone de manifiesto que la situación en este sector es aun peor que la de otros, ya que las mujeres solo constituyen el 15% de los investigadores. En España el porcentaje es del 19,3% pero hay que mirar esa cifra con cierta cautela, pues a veces, en las estadísticas del INE se reúne bajo una misma categoría a investigadoras técnicas y auxiliares. En la segunda parte, se presenta un estudio cualitativo que identifica y describe buenas prácticas para promover la participación de las mujeres y mejorar sus carreras en el sector privado (se considera que una “buena práctica” es aquella estrategia que utilizan las compañías para reclutar, retener o promover a las mujeres en la investigación).

En WIR se subraya que las mujeres están infrarrepresentadas en la investigación industrial dentro de la Unión Europea, aunque la misma situación se da en otros países de la OCDE como Estados Unidos, Japón, Australia, Canadá o Nueva Zelanda, a la vez que es más probable que las científicas e ingenieras logren empleos como técnicas o simples trabajadoras, en vez de aquellos empleos para los que están preparadas. El estudio señala que hay múltiples factores que inciden en el hecho de que haya pocas mujeres en la investigación industrial. En primer lugar, hay barreras en la entrada, a la hora de reclutarlas (por ejemplo, prácticas de empleo sesgadas), falta de autoconfianza por parte de las mujeres, carencia de información sobre las carreras en ciencia y tecnología, falta de oportunidades para desarrollar la carrera, de modelos de referencia, así como la existencia de brecha salarial y de estereotipos de género. En la investigación científica hay muchísimos prejuicios contra las mujeres, pues se considera que la ciencia

---

22. La edición de 2003 puede consultarse en [http://ec.europa.eu/research/science-society/pdf/she\\_figures\\_2003.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/pdf/she_figures_2003.pdf) y la de 2006 en [http://kif.nbi.dk/She\\_Figures\\_2006.pdf](http://kif.nbi.dk/She_Figures_2006.pdf)

23. Aunque en el Informe ETAN aparecían datos de algunos laboratorios de investigación privados.

es una actividad esencialmente masculina (históricamente), a la vez que las características de la ciencia se definen como características masculinas (activo, racional, objetivo y lógico, frente a lo pasivo, emocional, subjetivo e intuitivo).<sup>24</sup>

En segundo lugar, las mujeres consideran que el clima que se da en la industria no es hospitalario, seguramente debido a que la mayoría de los campos de ciencia y tecnología están dominados por los varones, por lo que ellas consideran que están sometidas a criterios y valores que los hombres han establecido para ellos, no para ellas. Las consecuencias incluyen discriminación, acoso sexual, aislamiento y exclusión de las redes de información, además de otros problemas derivados de los diferentes modos de comunicación que tienen los hombres y las mujeres debido a su diferente socialización, así como la falta de oportunidades para desarrollar una carrera profesional.

En tercer lugar, como las científicas están infrarrepresentadas entre los directivos, hay menos modelos de referencia y mujeres mentoras. Y esto es muy importante, porque diversas investigaciones han mostrado que las mujeres con carreras de éxito en ciencia y tecnología tuvieron mentores que las apoyaron y las animaron, en especial en los inicios de su carrera.<sup>25</sup>

Por último, están las dificultades de compaginar la vida familiar y la laboral. A pesar de que muchas científicas e ingenieras consideran como primordial integrar su vida familiar y su trabajo, lo cierto es que a menudo encuentran enormes trabas para combinarlas porque se les exige mucha inversión personal y temporal. En el caso de la ciencia, el problema de la conciliación es especialmente complicado, pues muchas de estas mujeres tienen como compañeros varones con carreras semejantes a las suyas, por lo que ambas partes de la pareja se ven afectadas por las exigencias de su trabajo (y la sociedad todavía demanda a las mujeres más atención a la vida familiar que a los hombres). Además, las ingenieras y científicas se sienten preocupadas por el desarrollo de sus carreras (la promoción, el reconocimiento y el aumento salarial), la enseñanza, el nivel de responsabilidad y confianza, por tener un entorno laboral hospitalario común, disposiciones laborales flexibles, seguridad laboral y mentores adecuados.<sup>26</sup>

WIR señala que se espera que la inversión en la investigación industrial se doble en el año 2010, por lo que los investigadores de este sector tendrán que aumentar de manera considerable. Pero eso no significa necesariamente que aumente la proporción de mujeres en este campo. De hecho, las empresas no son conscientes de los beneficios que pueden obtener de la diversidad: la incorporación de mujeres, con cualidades distintas a las de los hombres al aumentar esa diversidad, producirá cambios en los modos de comunicación e introducirá novedades en los procesos de innovación, mejorando la competitividad del sector. Así pues, es necesario desarrollar esas buenas prácticas y habrá que estar atentos al desarrollo y resolución de la actual crisis económica, para ver cómo afecta a las mujeres y que no las perjudique más que a otros colectivos.

---

24. Pérez Sedeño, 2006.

25. *Commission on the Advancement of Women and Minorities in Science, Engineering and Technology Development*, 2000, p. 49.

26. Estos problemas, en especial los dos últimos, también afectan a las investigadoras del sector público.

Con respecto a España, hay que señalar que, aparte de las estadísticas recogidas por el INE, escasas pues no contemplan todas las posibilidades o no se presentan desagregadas, están también unos cuantos datos recogidos por el Instituto de la Mujer, como es el caso de su publicación *La mujer en cifras*. Apenas existen unos cuantos estudios estadísticos más, aunque ninguno completo sobre la investigación en la industria privada. Los datos que aparecen en *Indicadores del Sistema Español de Ciencia y Tecnología, 2005*, publicado a finales del 2006 por el Ministerio de Educación y Ciencia, señalan que el total de investigadoras<sup>27</sup> empleadas en actividades de I+D+i en las empresas privadas era del 26,8 y en Instituciones Privadas sin Fines de Lucro (IPSFL), del 54,0%.

Algo ligeramente distinto sucede cuando pasamos al sector público, pues disponemos de gran variedad de información. En el citado capítulo del *Informe mundial sobre la ciencia* ya aparecían algunos datos de España, pero de 1990. También hay que señalar algunos estudios realizados a principios y mediados de los años noventa como los de M<sup>a</sup> Antonia García de León (1990), Eulalia Pérez Sedeño (1995, 1995a), M<sup>a</sup> Luisa García de Cortázar y M<sup>a</sup> Antonia García de León eds. (1995), Paloma Alcalá (1996) y Teresa Ortiz y Gloria Becerra (1996), entre otros. Recientemente, y a instancias de algunas universidades o gracias a algunos proyectos de investigación solicitados por investigadoras universitarias, se están realizando o se han realizado algunos de universidades concretas (Universidad de Sevilla, Universidad del País Vasco, Universidad de Valladolid, Universidad Autónoma de Madrid, uno conjunto de todas las universidades catalanas, etcétera), o de ciertas facultades (Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, Ingeniería de la Universidad de Jaén, Física de la Universidad de Valencia, etc.). Mención aparte merece el CSIC, que en 2001, 2003 y 2005 ha elaborado un estudio muy completo de la situación de su personal a instancias de la comisión Mujeres y Ciencia de este mismo organismo. Estos estudios están disponibles en la página web ([www.csic.es](http://www.csic.es)) y es propósito de dicho organismo actualizarlos anualmente.

Los más recientes estudios generales sobre las mujeres en la universidad española o en el sistema español de ciencia y tecnología son el del Colectivo IOE (1996), la parte española del proyecto GENTEC, dirigido por Eulalia Pérez Sedeño, financiado por la Organización de Estados Iberoamericanos y la UNESCO (2001) y el financiado por el entonces Ministerio de Educación, Cultura y Deportes en el año 2003 (Pérez Sedeño, dir.). También disponemos del estudio encargado por FECYT (2005, actualizado en 2007), que abarca las universidades y el CSIC junto con un breve estudio bibliométrico, y los datos de las universidades públicas españolas recopilados por la Unidad 'Mujer y Ciencia' (UMYC), del recientemente desaparecido Ministerio de Educación y Ciencia.

Con respecto al resto de los países iberoamericanos, la situación es parecida. Tenemos el ya mencionado estudio financiado por la OEI y la UNESCO (GENTEC), en el que participaron Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, España, México, Paraguay, Uruguay y Venezuela, y la recopilación de estudios de Pérez Sedeño (2002) y Pérez Sedeño y Gómez Rodríguez (2008). Este último tiene la peculiaridad de incluir no solo estudios cuantitativos, sino también cualitativos de

---

27. Esta categoría de 'investigadora' es algo problemática.

distintas áreas y de diversos países (Argentina, Brasil, España, Colombia, Cuba, México o Venezuela), así como algunos trabajos sobre percepción pública desde una perspectiva de género. Por lo general, sin embargo, estos estudios no son completamente satisfactorios, pues los organismos encargados de recoger los datos (INE, las universidades o el CSIC) o no proporcionan todos los datos solicitados, o no tienen criterios homogéneos para la elaboración de indicadores (en el caso en que lo hagan), siendo este uno de los principales problemas.

Ahora bien, con los datos disponibles (aun con los defectos señalados), resulta interesante ver la evolución experimentada, por ejemplo, en la universidad española. Para ello hemos comparado la situación de las mujeres en el momento de la promulgación de la denominada *Ley de la Ciencia*,<sup>28</sup> que articula el sistema español de I+D, y los últimos datos disponibles.

En ese momento, las mujeres constituían ya casi el 50% del estudiantado universitario. Ese porcentaje aumentaba hasta llegar al 54,6% en el caso de las licenciadas. En el curso 2005-2006, las mujeres matriculadas en la Universidad española alcanzaban el 54,4% frente al 45,6% de varones, licenciándose un 60,6% de mujeres frente al 39,4% de varones del total de licenciados universitarios. De hecho, las mujeres son mayoría prácticamente en todas las carreras universitarias excepto en las ingenierías (en matemática y física, aún no han llegado al 50%, pero lo rozan).

Y en los años ochenta, era evidente la pérdida enorme de mujeres en la carrera académica, que comenzaba inmediatamente tras la licenciatura. En el doctorado y en la lectura de tesis, de cada diez personas apenas cuatro eran mujeres; en el profesorado, estas quedaban reducidas a la cuarta parte: de cada diez profesores 2,5 eran mujeres y, como colofón, en el estamento de más prestigio y poder, que es el de cátedras de universidad, la proporción era de solo una mujer por cada nueve hombres (en realidad, 0,7 mujeres).

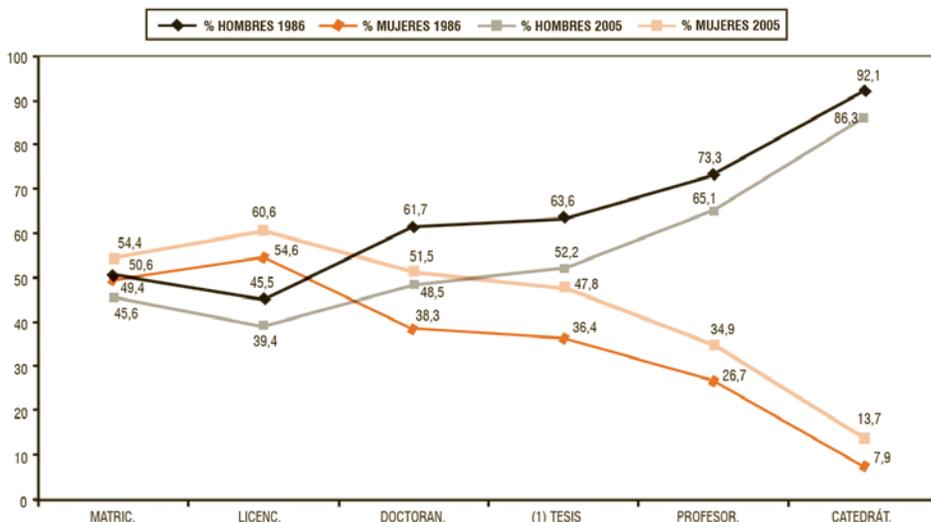
Como puede apreciarse en el siguiente gráfico, en casi veinte años la situación ha variado muy poco. Obsérvese cómo, a pesar de que las doctorandas han aumentado un 13,2% y las doctoradas un 11,4%, las profesoras solo han crecido un 8,2% y las catedráticas de universidad un 5,8%. La superposición de las tijeras de 1986 y 2005 es sumamente elocuente.<sup>29</sup>

---

28. Ley 13/1986, de 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica.

29. Esta 'tijera' es similar en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el mayor Organismo Público de Investigación. Véase Pérez Sedeño y Alcalá Cortijo (2006) y el Informe del CSIC *Informe Mujeres Investigadoras 2005*.

### Distribución de mujeres y hombres a lo largo de la carrera académica (1986-2005)



(1) SE HAN REPETIDO LAS TESIS APROBADAS EN 2002/2003 AL NO HABER SIDO FACILITADA ESTA INFORMACIÓN POR LA UNIVERSIDAD PARA EL CURSO 2004/2005. TOMADO DE PÉREZ SEDEÑO, E. Y ALCALÁ CORTIJO, P. (2006)

Se ha hablado durante mucho tiempo de que la plena incorporación de las mujeres al sistema – formal– de ciencia y tecnología era cuestión de tiempo. De hecho, la argumentación habitual es la siguiente: es normal que antes las mujeres no estuvieran en la ciencia y la tecnología, porque no accedían a la educación. En el momento en que lo hicieran, se decía, sería cuestión de tiempo que llegaran a alcanzar las mismas proporciones que los hombres en todos los ámbitos. Sin embargo, la gráfica anterior muestra perfectamente cómo se mantiene la discriminación jerárquica, ese sutil mecanismo que hace que las mujeres permanezcan en los peldaños más bajos del escalafón.

Pero aún hay más. Las mujeres están excluidas de los puestos directivos: en los rectorados, como directoras de los Organismos Públicos de Investigación (OPIs), etc. Por ejemplo de los seis OPIs que en abril de 2008 dependían del ahora desaparecido Ministerio de Educación y Ciencia, ninguno estaba (ni está) dirigido por una mujer. El número de rectoras (4 entre 72) es testimonial, igual que lo son las mujeres en las Reales Academias: en la Real Academia de la Historia, solo hay 3 mujeres entre los 36 miembros; en la de Ciencias Exactas, Física, Química y Naturales, tan solo 2 entre 55, al igual que en la de Ingeniería aunque esta cuenta con menos miembros (44 en total); y en la de Real Academia de Medicina que tiene 46 miembros, tan solo hay 2 mujeres. En total, de los 654 miembros que componen las 10 Reales Academias, las mujeres solo constituyen el 5,53%.<sup>30</sup>

30. Datos del Instituto de la Mujer del MTAS.

Así pues, tras décadas de *igualdad* en las escuelas, institutos<sup>31</sup> y facultades, sigue habiendo resistencia a dicha igualdad en otros niveles. Se mantiene la discriminación territorial u horizontal que, aunque va desdibujándose, no desaparece del todo; es ese mecanismo encubierto de discriminación que hace que las mujeres ‘prefieran’ áreas marcadas por el género (es decir, ‘típicamente femeninas’ o más adecuadas para ellas) y por el que todavía hay áreas, como las ingenierías, que se resisten a la entrada de mujeres<sup>32</sup>. Pero, como ya se ha dicho, también se produce la discriminación jerárquica o vertical, aun más evidente cuando se trata de áreas ‘feminizadas’, como el caso de la medicina, en la que no existe ni una sola catedrática en el área de Obstetricia y Ginecología ni en la de Pediatría.<sup>33</sup>

No basta que las mujeres hayan conquistado, por derecho, el acceso a la educación y en especial a la enseñanza universitaria. Es necesario garantizar su representación en todos los niveles de la academia, en especial en los puestos de toma de decisiones y evaluación del conocimiento. Para ello es necesario incorporar la transversalidad de género (*gender mainstreaming*) en todas las políticas públicas –tal y como recomienda la Unión Europea–, de modo que se evite que el efecto de las medidas tomadas en un sector específico sea meramente retórico: una medida social que flexibilice los límites de edad, el tipo de dedicación, etc., cuando alguien tiene a su cuidado menores o personas dependientes, favorece especialmente la integración y permanencia de las mujeres, aunque no estén dirigidas solo a ellas. Es una mera cuestión de justicia distributiva y de eficacia de los recursos humanos, porque ningún país puede permitirse tal despilfarro.

Por todo ello, son necesarias unas actuaciones urgentes. Por ejemplo, hay que sacar a la luz a las mujeres excepcionales que ha habido en la historia, tradiciones olvidadas (medicina o agricultura sostenible), o prácticas realizadas fundamentalmente por mujeres en determinadas épocas (observación y catalogación en astronomía e historia natural, o computación). Pero además, es necesario desarrollar una formación no sexista en todos los niveles educativos, incluidas acciones formativas para el profesorado, y la sensibilización de toda la sociedad. Además, todos los organismos y centros oficiales con competencias en Educación, Ciencia y Tecnología deberían presentar, en sus memorias anuales, todos los datos de personal de todos los niveles, desglosados por sexo, unificando los criterios de elaboración de indicadores y divulgándolos periódicamente. También es necesario garantizar la equidad en los procesos de selección y adjudicación de recursos, haciendo públicos los comités asesores y comisiones diversas, que deberían explicitar los criterios a aplicar y justificar posteriormente sus decisiones, garantizando la paridad en los comités de evaluación o, en caso de que no sea posible, la presencia del 40% del sexo menos representado. Hay que estimular con medidas concretas (becas, proyectos de investigación) la participación de mujeres jóvenes en la ciencia (para ello sería necesario con-

---

31. La popularmente conocida como ‘Ley Villar-Palasi’ estableció la educación mixta en toda la educación no universitaria. (*Ley General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa*, promulgada el 4 de agosto de 1970, BOE 187 de 6 de agosto de 1970). Dicha Ley fue precedida por un amplio estudio presentado como *Libro Blanco* cuyo título concreto era *La educación en España. Bases para una política educativa* (Ministerio de Educación. Madrid, 1969).

32. Apenas llegan al 30%. Véase el Informe de FECYT, *Mujer y Ciencia*.

33. Por qué en áreas ‘típicamente femeninas’ como la medicina se dan esas ausencias descaradas en ciertas cátedras sería merecedor de otro análisis, que no tenemos tiempo de desarrollar aquí.

cienciar a las mujeres que ocupan puestos relevantes para que presten su apoyo a la promoción de las jóvenes investigadoras y les sirvan de modelos de referencia). Y también es urgente crear mecanismos de conciliación entre la vida profesional y la privada – horarios flexibles, servicios sociales públicos para el cuidado de las personas dependientes, medidas fiscales, etc.– que permitan el desarrollo de una vida personal rica y plena para mujeres y hombres por igual.

Solo así podremos lograr un sistema de I+D+i universal, que incorpore a los mejores sin distinción de sexo, y que contribuya a solucionar los problemas que tenemos que enfrentar en este siglo. Porque cada vez es más importante orientar los sistemas de ciencia y tecnología hacia las necesidades de las poblaciones, pero de **toda la población, no de ciertos grupos**, de forma que propicie un desarrollo social integral de los países en el que también sea atendida la demanda social sin valor de mercado; y abrir las políticas públicas sobre ciencia y tecnología a las sensibilidades y opiniones de toda la ciudadanía afectada e interesada, de forma que se facilite la viabilidad práctica de la innovación y se profundice en la democratización de los sistemas. La generación y desarrollo de ese conocimiento científico y tecnológico necesita una serie de recursos financieros y humanos. El nivel de desarrollo científico y tecnológico de un país es medido, entre otras cosas, por los recursos de todo tipo destinados a la investigación, que permitan obtener y promover nuevos descubrimientos y trabajos científicos. Pero de nada sirve todo ello, si se pierde en el camino un porcentaje importante de recursos humanos y si esas experiencias no son compartidas con la sociedad o esta no es consciente de la importancia para su bienestar. Son aspectos de un mismo desafío, el de la sensibilización, orientación y apertura social de la ciencia y la tecnología, que no debemos descuidar.

## Referencias bibliográficas

- AGAZZI, Evandro (1997): *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Madrid, Tecnos.
- BLEIER, Ruth (1984): *Science and Gender*, Nueva York, Pergamon Press.
- BUNGE, Mario (1989): *Mente y Sociedad: Ensayos Irritantes*, Madrid, Alianza Ed.
- (1991): "Basic Science is Innocent; Applied Science and Technology Can Be Guilty", en D.O. Dahlstrom (ed.), *Nature and Scientific Method*, Washington, The Catholic University of America Press.
- BUSH, Vannevar (1945): *Science: the endless frontier. A rapport to the President*, Washington, United States Government Printing Office.
- BUSTOS, Eduardo de (2000): *La metáfora: Ensayos transdisciplinares*, Madrid, FCE.
- CARSON, Rachel (1963): *Silent spring*. 1st ed. Londres. Trad. Esp.: *Primavera silenciosa*, Barcelona, Crítica.
- Comisión Europea (2000): "Promover la excelencia mediante la integración de la igualdad entre géneros", (*Informe ETAN*) <http://www.cordis.lu/rtd2002/science-society/women.htm>
- (2003): *Women in Industrial Research..* <http://www.cordis.lu/rtd2002/science-society/women.htm>
- (2003): *Third European Report on Science & Technology Indicators 2003*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- ELLUL, J. (1960): *El siglo XX y la técnica*, Barcelona, Labor.
- (1964): *The Technological Society*, Nueva York, Knopf.
- (1983): *AThe Technological Order@*, en Mitcham y Mackey (eds.).
- FECYT (2005, 2007): *Mujer y Ciencia*, <http://www.fecyt.es/documentos/mujeryciencia.web.pdf>
- FECYT (2006): *III Encuesta Nacional sobre Percepción de la Ciencia y la Tecnología*. Disponible en <http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/345032001.pdf>. Consultado el 30 de junio de 2008.
- GARCÍA DE CORTÁZAR, M<sup>a</sup> Luisa, GARCÍA DE LEÓN, M<sup>a</sup> Antonia (eds.) (1995): *Sociología de las mujeres españolas*, Madrid, Editorial Complutense.
- GARCÍA DE LEÓN, M<sup>a</sup> Antonia (1990): *Las profesoras universitarias: El caso de una élite discriminada*.
- GIBBONS, Michael et ál. (1994): *The New Production of Knowledge*, Londres, Sage.
- GÓMEZ, Amparo (2004): *La estirpe maldita. La construcción científica de lo femenino*, Madrid, Minerva Ed.
- GONZÁLEZ GARCÍA, Marta, LÓPEZ CERREZO, José Antonio y LUJÁN LÓPEZ, José Luis (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.
- (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel.
- KELLER, Evelyn Fox (1985): *Reflexions on Gender and Science*, New Haven, Yale Univ. Press. Hay trad. esp. *Reflexiones sobre ciencia y género*, Valencia, Edicions Alfons El Magnànim, 1989.
- (1995): *Refiguring Life*, Nueva York, Columbia Univ. Press.
- KIRKUP, G. Y SMITH KELLER, L. (eds.) (1992): *Inventing Women. Science, Technology and Gender*, Cambridge, U.K., Polity Press/Open University.
- LENOIR, Timothy y HAYS, Marguerite (2000): "The Manhattan Project for Biomedicina", en Sloan, Phillip (ed.) *Controlling Our Destinies: Historical, Philosophical, Ethical, and Theological Perspectives on the Human Genome Project*, University of Notre Dame Press.
- LONGINO, Helen (1990): *Science as Social Knowledge*. Princeton: Princeton University Press.
- LOGUE, Hugo A. y TALAPESSY, Lily M. (1993) *Women in Science* – International Workshop 15th and 16th Feb. 1993. Brussels.
- MANHEIMM, Karl: *Ideología y Utopía*.
- MARTIN, Emily (1991): "The Egg and the Sperm: How Science Has Constructed a Romance Based on Stereotypical Male-Female Roles", *Signs*, vol. 16, num. 3.
- MARTÍNEZ PULIDO, Carolina (2003), *El papel de la mujer en la evolución humana*, Madrid, Biblioteca Nueva.
- (2004): *Gestando vidas, alumbrando ideas. Mujeres y científicas en el debate sobre la Biología de la reproducción*, Madrid, Minerva Ediciones.
- (2006): *La presencia femenina en el pensamiento biológico*, Madrid, Minerva Ediciones.
- MERTON, Robert K. (1973): *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago, University of Chicago Press.

- (1980): Los imperativos institucionales de la ciencia. En Barry Barnes (comp.). Estudios sobre sociología de la ciencia. Madrid, Alianza.
- MESTHENE, E. G. (1967): Technology and Social Change, Indianápolis, Bobbs-Merrill. Una selección de estos escritos está publicada en C. Mitcham y R. Mackey (eds.) (1983).
- MITCHAM, Carl (1989): Filosofía de la tecnología, Barcelona, Anthropos.
- NSB (National Science Board) (2002): Science and Engineering Indicators 2002. Arlington: National Science Foundation (NSB-02-1)
- OLIVÉ, León (1987): "Ciencia y tecnología. Discusiones externas", *Theoria*, 20 época, n1 5-6.
- ORTEGA Y GASSET, José (1939): "Meditación de la técnica" en *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*, Alianza Ed., 1982.
- ORTIZ GÓMEZ, Teresa Y BECERRA CONDE, Gloria. (eds.) (1996): *Mujeres de ciencias. Mujer, feminismo y ciencias naturales, experimentales y tecnológicas*. Granada, Universidad de Granada/Instituto de Estudios de la Mujer.
- PÉREZ SEDEÑO, Eulalia (1995): "La síndrome del snark i altres histories: ficció o realitat?" en *Quaderns. Observatori de la comunicació científica*, Barcelona.
- (1995a): "De la biología imaginaria a la sociología real. Obstáculos para el acceso de las mujeres a la ciencia" en M<sup>a</sup> Luisa García de Cortázar y M<sup>a</sup> Antonia García de León (eds.).
- (1998): Factores contextuales, tecnología y valores: ¿Desde la periferia?, en: P. Martínez Freire (ed.) *Filosofía Actual de la Ciencia*, N<sup>o</sup> especial de *Contrastes*.
- (2003): *La situación de las mujeres en el sistema educativo de ciencia y tecnología en España y en su contexto internacional* (directora). Programa de análisis y estudios de acciones destinadas a la mejora de la calidad de la enseñanza superior y de actividades del profesorado universitario (REF: S2/EA2003-0031). [www.univ.mecd.es/univ/jsp/plantilla.jsp?id=2148](http://www.univ.mecd.es/univ/jsp/plantilla.jsp?id=2148)
- (2005): Objetividad y valores desde una perspectiva feminista", en Blázquez, N. y Flores J. (eds.) *Ciencia, Tecnología y Género en Iberoamérica*, México, CEECH, UNAM/UNIFEM.
- (2005a): "Las ligaduras de Ulises o la supuesta neutralidad valorativa de la ciencia y la tecnología", *ARBOR*, Vol. CLXXXI, n<sup>o</sup> 714.
- (2006): "Sexos, Géneros y Otras Especies: Diferencias Sin Desigualdades", en Catalina Lara (ed.) *El segundo escalón. Desequilibrios de Género en Ciencia y Tecnología*, Sevilla, Arcibel Eds.
- (2007): "Evaluación, transparencia y democracia", *Revista Iberoamericana de CTS+I*, Vol. 8, n<sup>o</sup> 3.
- (2008): "La pérdida de la inocencia", en D. Bermejo (ed.), *En las fronteras de la ciencia*, Barcelona, Ed. Anthropos.
- (en prensa): "Mitos, creencias, valores: cómo hacer más 'científica' la ciencia; cómo hacer la realidad más 'real', *Isegoría*.
- PÉREZ SEDEÑO, Eulalia Y ALCALÁ CORTIJO, Paloma (2006): "La Ley de la Ciencia veinte años después: ¿Dónde estaban las mujeres?", en *Revista Madri+D*, 15 de diciembre de 2006. También disponible en <http://www.madrimasd.org/revistaespecial1/articulos/perezalcala.asp>
- (2007): "Universalidad en los sistemas de I+D+i: problemas y retos", *Revista de Investigación Educativa*.
- PÉREZ SEDEÑO, Eulalia y GÓMEZ RODRÍGUEZ, Amparo (eds.) (2008): *Igualdad y equidad en ciencia y tecnología: el caso iberoamericano*, *Arbor*, N<sup>o</sup> especial, CLXXXIV, N<sup>o</sup> 733, Sept.-Oct.
- QUINTANILLA, Miguel Ángel (1989): *Tecnología: Un enfoque filosófico*, Madrid, Fundesco.
- SANMARTÍN, José (1988): "Reflexiones en torno a la cuestionable primacía de lo teórico, o semblanza del cachivache", *Arbor*, n1 507, 1988.
- SCHIEBINGER, Londa (1993): *Nature's Body: Gender in the Making of Modern Science*, Boston, Beacon.
- (1999): *Has Feminism Changed Science?* Harvard University Press.
- SLOCUM, S. L. (1975): "Woman the Gatherer: Male Bias in Anthropology", en R. R. Reiter (ed.), *Toward an Anthropology of Women*, Nueva York, Monthly Review Press.
- STAUDENMAIER, S. J. (1985): *Technology Storytellers: Reweaving the Human Fabric*, Cambridge, Mass., The MIT Press.
- TILES, Mary y HANS, Oberdiek (1995): *Living in a Technological Culture*, Londres y Nueva York, Routledge.
- UMYC (2007): *Académicas en cifras*, en <http://www.micinn.es/jsp/plantilla.jsp?area=umyc&id=8>
- ZIMAN, John (1984): *An Introduction To Science Studies. The Philosophical and Social Aspects of Science and Technology*, Cambridge, Cambridge Univ. Press. Trad. Esp., *Introducción al estudio de las ciencias*, Barcelona, Ariel.
- (2000): *Real Science*, Cambridge, Cambridge University Press. Traducción esp. *La ciencia tal cual es*, Madrid, CUP-Iberia, 2002.