

# **Filosofía de la Tecnología y Riesgo Tecnológico. Una confrontación con los riesgos y las tecnologías.**

*Iván Mateos Riaño  
Profesor de Filosofía.  
Vicepresidente del Centro de Filosofía para  
Niños del Principado de Asturias-España.*

## **RESUMEN**

*Los sistemas tecnológicos se manifiestan en el análisis gnoseológico como un conjunto de saberes y prácticas sociales estructurales deficitarias. El constructo teórico clave para la tematización de tales déficits es el de “Riesgo tecnológico”, el cual aparece “dioscúricamente”, bien como un parámetro de control de la razón tecnológica, esto es, un problema científico-tecnológico él mismo, o bien como un límite interno al ejercicio de esa razón implantada en el sistema de producción postindustrial. En la tematización del riesgo tecnológico se descubren claves para la efectiva distinción y, por tanto para la crítica de las concepciones deterministas solidarias del neopositivismo, sobre la dinámica de relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.*

*El Riesgo se presenta como un resultado de los déficits cognitivos-instrumentales, (o de conocimiento y control causal), éticos, (o de responsabilidad e imputación) y democráticos (o de justicia y de control social) de la praxis tecnológica.*

*Por último, la fertilidad de las relaciones que cabe establecer entre las dimensiones que conforman el complejo constructo teórico del riesgo tecnológico, nos posibilita la reconstrucción de una taxonomía histórica de la tecnología donde se conjuguen dialécticamente, y por tanto se disuelva, la dicotomía teoría/praxis sobre la que usualmente se levantan las distinciones entre Ciencia y tecnología.*

## **ABSTRACT**

*The technological systems are manifested in the gnoseological analysis like a group of knowledge and social structurally deficient's social practice the theoretical key for the tematization of such deficits is that of “technological Risk”, which appears, as a parameter of control of the technological reason, this is, a scientific-technological problem, or an internal limit to the exercise of that reason implanted in the system of postindustrial production. In the tematización of the technological risk Keys are discovered for the effective distinction and, therefore for the critic of the determinist conceptions solidary of the neopositivism, on the dynamics of relationship among Science, Technology and Society.*

*The Risk is presented like a resultant of the cognitive-instrumental deficits, (or of knowledge and causal control), ethical, (or of responsibility and imputation) and democratic (or of justice and of social control) of the technological practice.*

*Finally, the fertility of relationship that is can be established among the dimensions that conform the complex theoretical construct of technological risk, fare discussed facilitates us the reconstruction of a historical taxonomy of the technology where dialectcly*

*can be conjugated, and therefore dissolved, the dichotomy between theory and practice on which the distinctions usually rise between Science and technology.*

## INTRODUCCIÓN

De lo que se trata con este trabajo teórico es construir un modo de enjuiciar filosóficamente la sobredeterminación técnica de la actividad humana en las sociedades postindustriales de finales del segundo milenio.

*Entendemos que esa sobredeterminación no queda analizada por las propias representaciones de la técnica o del discurso político, sino confusa; en el mismo sentido que lo son las afirmaciones generalísimas ontológicas por las que se pretende justificar su crítica: Es el ser quien determina la conciencia y no la conciencia al ser.<sup>1</sup>*

Una primera pretensión de la Filosofía de la técnica es reducir esa determinación. Existe, para el caso, una pluralidad de estudios de la tradición denominada CTS, (en castellano: Ciencia, Tecnología y Sociedad), que sobre la base de confrontación históricas muy concretas ha iniciado metodologías plurales de enfrentarse con el complejo científico-técnico a la altura de las problemáticas sociales generadas por el desarrollo mundial del fenómeno.<sup>2</sup>

No basta con situarse en el horror entre *novitas et v eteres*, como en el fondo del anonadamiento que se percibe en los análisis heideggerianos de la técnica, o en la alarma de Ernesto Sábato cuando nos habla de hombre y engranajes profundamente identificados, del hombre – cosa intercambiable en el superestado técnico pero bárbaro:

*Guiado por teléfonos y radios, el hombre avanza hacia posiciones marcadas por letras y números. Y cuando muere por obra de una bala anónima es enterrado en un cementerio geométrico. Uno entre todos es llevado a una tumba simbólica que recibe el significativo nombre de Tumba del Soldado desconocido. Que es como decir; Tumba del hombre-cosa.<sup>3</sup>*

Hay un fondo de Milenarismo<sup>4</sup>, típico de los ecos de postguerra, tan de moda hoy, cuando todo rebasa determinado grado de complejidad comunicacional, decisional. Es importante ver la relación que mantienen ciertas “ontologías-denuncia” con la ética cuando el análisis es impotente para la acción social “demócrata”. Este es el segundo motivo rector

---

<sup>1</sup> Gotthard Bechmann (Cita Joerges, 1988) Riesgo y desarrollo técnico científico: Sobre la importancia social de la investigación y valoración del riesgo (¿?).

<sup>2</sup> Excurso-apuntes sobre las nuevas versiones de los estudios sociales de la Ciencia. Las versiones SSTS/CTS y la propuesta CPT.

<sup>3</sup> Según la interpretación M. Quintanilla, esta visión conduce a las propuestas liberadoras en forma de contracultura. Se supone que estas posiciones asumen implícitamente el supuesto de la infalibilidad de la Ciencia y la eficiencia tecnológica para el control del poder. Serían un producto de mitos tecnológicos. Miguel Angel Quintanilla: *Tecnología: un enfoque filosófico* (Los Libros de Fundesa. Col. Impactos, 1988) Cf. Pág 21. En adelante lo citaremos (TF).

<sup>4</sup> Aquí valdría decir aquello de Rorty: *Democracia antes que verdad*; y parafraseando, salvando ciertos peros a lo primero: Menos ética, (menos expertos) y *más democracia*; pero eso lo veremos más adelante cuando nos confrontemos con la “alternativa ética”

de la propuesta filosofía de la técnica; parafraseando a Bruno Latour, no sólo estudiamos la técnica actuando sino que actuamos estudiando a la técnica.<sup>5</sup>

Como Platón, llegamos al patio sombreado de la Filosofía cuando en la arena política fuimos derrotados, impotentes o fustigados, y a ella volvemos a medirnos con los otros. De la eficacia de las ideas es ocioso argumentar porque ya nadie duda que se muere y se mata por ideas en todas las religiones, en todas las épocas y, principalmente, porque quien dice no estar de acuerdo no tiene más que este argumento.

El tema del riesgo tecnológico se nos presenta intuitivamente como un nodo de enlace multidisciplinar (el posible objeto de una imposible hiperdisciplina) donde exponer a la confrontación nuestro bagaje interpretativo; allí se deben dar los conflictos de argumentos a problemas teóricos de gestalt: Relaciones ciencia-técnica; modelos de desarrollo científico-técnico, esquemas conceptuales de la determinación técnica, problemas de epistemología clásica de la validez del paradigma Sujeto-Objeto,<sup>6</sup> problemas “éticos”, problemas metodológicos, que surgen de análisis con un siglo de “radicales” concepciones de la sociología del conocimiento científico. Pasaremos una somera revisión a algunos puntos relevantes de alguna de ellas. A la imposible hiperdisciplina tenemos a bien denominarla Ciencia, Política y Tecnología.

*No se trata solo de que en torno a él (fenómeno técnico) se planteen problemas de carácter moral, económico o político, sino que aparecen también problemas relativos a nuestro conocimiento del mundo, a la forma como las exigencias técnicas condicionan, potencian o retrasan nuestras empresas intelectuales más característicamente humanas.<sup>7</sup>*

La teoría sobre el riesgo es esencial a la crítica de la tecnología por cuanto permite una reconstrucción de la historia de la técnica por referencia a sus componentes cognitivos y sociales, de modo que define mejor el estado actual de lo que podemos entender y designar por tecnología y por relación entre tecnología y sociedad. En este sentido, en la clasificación y por relación entre tecnología y sociedad. En este sentido, en la clasificación de las técnicas no es un principio de crítica de la tecnología ninguno de los reconstruidos en la historia de las metodologías de las ciencias; la racionalidad tecnológica (en un sentido muy preciso que dibujaremos más abajo) no configura ningún orden por respecto de la verdad científica (de cualquier modo que se analice<sup>8</sup>) sino de las ontologías

---

<sup>5</sup> Y, entre todas estas voces destacan las formulaciones, se oyen desde la teoría de la reitificación de G. Lukács, a la escuela de Frankfurt.

<sup>6</sup> C.f. con el análisis fenomenológico de M.A. Quintanilla (T.F), págs 33-47.

<sup>7</sup> Miguel Ángel Quintanilla: (T.F) pág.

<sup>8</sup> Incluyendo desde las versiones tomistas al uso en USA, hasta la modulación de la concepción estructuralista de las teorías científicas (Sneed, Stgmiller, C.U.M. Moulines) al análisis de los sistemas técnicos, como hace Miguel Ángel Quintanilla en un esfuerzo analítico, conjuntista, que está muy bien didácticamente, mnemotísticamente, pero que está tan distante de las técnicas efectivas que en el intento subsiguiente de clasificación de las técnicas no puede hacer sino extender la tríada: Física, Biología, Sociología, a las técnicas en una primera aproximación (c.f. (TF) pág.71-79). Un segundo intento, Confusísimo, genera un árbol dicotómico (Conocimiento/Habilidad) con múltiples ramificaciones que parece no ser sensible sino 1º) A que las relaciones ciencia/técnica no son más que las que median entre el núcleo estructural teórico y la aplicaciones de una teoría. 2º) o bien, que la distinción ciencia/técnica es nítida, tanto en sentido social como epistemológico. 3º) Distinción Habilidades/Conocimientos se ejercita

mismas disponibles para la experiencia, de entre otros conocimientos, por las verdades científicas, en curso tecnológico. (Que son verdades precisas, características, apodícticas e irresolubles, y suponen una historización y relativización de toda otra existencia de verdades).

Las relaciones aparentemente confusas y complejas y complejas entre Ciencia y Técnica, o bien se colorean con la patina de los significados morales (recordamos que en Aristóteles estas distinciones se tratan en la ética nicoma que a porque suponen virtudes diferentes) y las reconocemos eliminables como tales del discurso, o bien las simplificaciones al mínimo de pluralidad: Ciencia y Tecnología, entonces, no son marcas distintivas, ni cognitiva, ni políticamente. Ontológicamente la ciencia depende de la técnica en sentido estricto.<sup>9</sup> La Ontología disponible no es calculable sino como la pluralidad material de los objetos y las posibilidades presentes en la acción. La teoría de esos objetos es la teoría de las técnicas.<sup>10</sup>

El riesgo como producto singular de controversia científico-técnica, como polo del conflicto social, político, aparece como un concepto negativo, un indicador de déficits: déficit cognitivo (independientemente que lo consideremos como *ignoramus* científico o como *ignorabimus* antropológico. Déficit democrático global, pero especialmente, déficit en el control público en los procesos de evaluación, decisión e implementación de la política tecnológica. Déficit ético (que se deduce de los anteriores déficit) producto de la decisión tecnocrática, totalitaria; y de confrontar ésta con principios generales de justicia, igualdad, responsabilidad...etc.

El riesgo tecnológico, como tema, tiene la estructura de un objeto de reflexión de una hiperdisciplina, no ya imposible, caracterizada por elementos de la razón crítica filosófica y por elementos propios de lo que denominamos tecnologías terciarias (de relaciones, no constructoras de artefactos, implican metateorías y políticas, interdisciplinares y no académicas), que hoy se podía identificar con alguno de los trabajos concretos de la tradición americana STSS, (en inglés: Science, technology and society studies), que participa del examen crítico ético a las tecnología al modo como K.S.Shrader-Frechette<sup>11</sup> lo aplica a la tecnología nuclear, de la crítica política a las

---

acríticamente, en cuanto distinción cognitiva y en cuanto a su aplicación metodológica (la técnica táctica, de la ameba de Lorenz y la ciencia estricta de M. Bunge) y 4º) Es insensible al carácter histórico de lo que se quiere clasificar. Comparase sino con la clasificación de Lewis Mumford en *Técnica y Civilización* (1934. Alianza Ed.1971).

<sup>9</sup> No solamente en sentido genético epistemológico, según la tesis clásica del origen técnico de las ciencias (Boris Hessen, Jhon D. Bernal, B. Farrington) sino extensivamente a los cursos constructivos de las mismas ciencias: no hay ciencias “formales” respecto de procesos tecnológicos (no hay Física sin planos inclinados, catapultas, péndulos, cañones, laceres, cámaras de niebla, sincrotrones, ni química sin alambiques, balanzas, dosímetros, espectrógrafos, ni Biología, sin granjas, sin laboratorios dotados de microscopios, centrifugas, cromatógrafos. Etc).

<sup>10</sup> La caracterización de la técnica mediante una “noción General de Técnica” es, por estructura, una pretensión naturalista que reduce el fenómeno técnico a sus aspectos cognitivos, su teoría a una epistemología y la crítica posible o legítima a dilucidar su justificación o a evaluar sus “consecuencias” morales.

<sup>11</sup> K.S. Sharader-Frechette: *Energía nuclear y bienestar público* (1980. Alianza Editorial, 1983).

tecnologías como L. Winner<sup>12</sup>, y de su implantación social al modo en que fueron concebidas las prácticas de los movimientos de protesta de la década de los sesenta con el movimiento contra cultural, el movimiento pro-tecnología alternativa, el surgimiento de los movimientos ecologistas y pacifistas, el inicio de la denuncia sistemática por parte de los científicos e ingenieros de los riesgos tecnológicos...etc.

## El riesgo tecnológico como déficit cognitivo

El riesgo tecnológico genérico denuncia prima facie déficits de conocimiento real, en cuanto al control de los procesos causales tecnológicos y en cuanto a la identificación de fines, medios y consecuencias en la acción.<sup>13</sup>

Los hitos relevantes de la conciencia globalizada de estos déficit, corren parejos de la constitución académica de la teoría y metodología de la ciencia, comienzan con la crisis de fundamentos de las ciencias formales (Lógica, Matemática, y su consiguiente repercusión de las ciencias “materiales”) que barrieron el optimismo positivista decimonónico cuyos “*ignoramus*”<sup>14</sup> se resolvían en los laboratorios incipientes de las industrias. La física de comienzos de siglo amplió el déficit hasta hacerlo inconmesurable con cualquier artificio o estrategia técnica (Principio de incertidumbre de Heisenberg, equivalencia de modelos matemáticos – geométricos para la representación teórica-Schrodinger-, dilema de la Localidad o realismo-Bohr-, etc), pero la confianza técnica seguía incólume ¿Qué importaban las sutilezas de las inánimes teorías límite de la materia si vuelan ya los aviones, hablan los radios, vemos el interior del cuerpo con rayos x, y el interior de nuestras ciudades y casas con lámparas de tungsteno, qué importan Plank, Bohr o Eistein, si las botellas se fabrican en cadena, todas iguales y baratas?

---

<sup>12</sup> Winner; Langdon: Tecnología Autónoma. La técnica incontrolada como objeto de pensamiento político. (Ed. Gustavo Gil, 1979).

<sup>13</sup> Gotthard Bechmann en el sintético artículo: **Riesgo y desarrollo técnico-científico: sobre la importancia social de la investigación y valoración del riesgo.** (En adelante RDT) (¿?) Enfatiza dos componentes esenciales en la calificación del concepto de riesgo para una investigación dentro de la tradición CTS 1°) Un componente estructural a la denominada por Uirich Beck “Sociedad del Riesgo”, esto es a la universalización técnica. La *necesidad de concatenación* de los sistemas técnicos con la consiguiente *emergencia* de factores causales indeterminados con un grado de complejidad no manipulable. Esto es, a fin de cuentas, el contexto del caos deterministas.(Cf. Mundo Científico, n° 115, julio –agosto, 1991. En especial págs. 698-798). 2°) Un componente substancial de una teoría de la decisión, incluidas las consecuencias de no tomar ninguna decisión: la decisión arriesgada). Bechmann no parece creer en una solución por parte del perfeccionamiento sistemático de la racionalidad de la decisión de la tecnología política (la más radical de las cuales generaría el criterio límite de la *opción cero de C. Offe*) sino en una asunción del riesgo, democrática sí, pero que ha dejado de lado el tema de la responsabilidad e imputación diferencial (una distribución injusta) del riesgo. No parece muy factible dados los mismos componentes formales que él señala: complejidad causal creciente, concatenación de los sistemas técnicos, limitación del análisis probabilístico, existencia de riesgos residuales, larvados, impredecibles. La propuesta final nos parece injusta por su extensión universal, y negligente en su intención, porque justifica el riesgo como necesario.

<sup>14</sup> Según la citada conferencia de Emil du Bois-Reymond (1872) donde el *ignorabimus*, la conciencia de los límites, es una conciencia serena, positivista, agnóstica y optimista de quien sabe que lo único que nunca sabrá será de metafísica verdadera. Ref.G. Bueno: *Ignoramus, Ignoabimus (En torno al libro de Ferdinando Vidoni.* El Basilisco, (2ª Epoca) N° 4, Marzo-Abril, 1990. Pág. 60-88.

Hicieron falta cuarenta años, dos grandes guerras y dos pequeñas bombas atómicas.

¿Cómo es posible que aún tenga eficiencia política la “concepción heredada”<sup>15</sup> de la Ciencia y la Tecnología? Esta concepción, tal como nos recuerda la presentación de I. Berlin en *El Fuste Torcido de la Humanidad*<sup>16</sup>, no es sólo el poso dogmático del platonismo, ni las tres premisas de la tecnocracia de T. Roszak, sino el sustrato ideológico donde se avala socialmente el poder organizado (la justificación pericial-gerencial del poder<sup>17</sup>) donde se instaura el principio de no equiponteciar en evaluación, la interrupción democrática por el juicio experto,<sup>18</sup> y el nudo de una concepción con eficacia ético-política del riesgo tecnológico basada en principios de organización y participación democrática en las sociedades industrializadas, que los sujetos éticos-jurídicos de responsabilidad tecnológica y los agentes del aumento global del *potencial de catástrofe*.

Hoy, sólo los desvalidos profesan la religión del progreso mecánico. A los déficits cognitivos conformadores de la noción del riesgo tecnológico debemos añadir, en consecuencia, los déficits políticos de control social de las decisiones tecnológicas que determinan el “valor” de tal riesgo, su faz social.<sup>19</sup>

---

<sup>15</sup> No nos referimos por Kreceived view a la ortodoxia académica del neopositivista lógico en la versión de la verdad con constatación (Schlick) y de las fórmulas lógicas como tautologías (Wittgenstein), sino al “mito” del conocimiento experto científico-tecnológico como líderes incuestionables del progreso social. (Ref. Marta I. González García, José Antonio López Cerezo y José L. Luján López: *Ciencia Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y de la tecnología*. Ed. Tecnos, 1996, p.22-25) En adelante nos referiremos a él como CT.

<sup>16</sup> Isaiah Berlin: *El Fuste Torcido de la Humanidad* (Selección de Textos de Henry Ardí. 1959,72,75,78,80,83,88 y1990) Eds. Península, Barcelona, 1992. Cit. En CT., p.32 yss.

<sup>17</sup> Tal como es criticado, en su ídola por Alasdair Macintyre: *Tras la Virtud*. 1984. (Ed. Crítica, 1987.p.116-140).

<sup>18</sup> El problema del juicio experto en el marco de la decisión política es que o bien se es experto en todo o no se es experto en nada. En el *Protágoras* platónico se construye un argumento tan indestructible historicamente como fuente de contradicciones (Paso cuarto: 320c-328d, según la edición de Pentalfa de 1980) en forma del mito de Prometeo. La contradicción que hoy podemos vivir es doble 1º)No aceptar en todos los casos las distinciones de virtudes (Herméticas y prometéicas) con sus respectivas cuotas de participación: en el límite hoy no hay más expertos, y 2º) o aceptarla de tal modo que es imposible el debate político o ético. En este sentido es contradictoria la previsión de DeGeorge ante la imputación de responsabilidad ética de los juicios peridales-evaluativos de los expertos relevantes (juristas, médicos, ingenieros)en función de la “instancia superior” del juicio gerencial (C.f. Heinz C. Luegenbiehl: *¿Que es la ética Ingerencial? Un prolegómeno*, en : *El nuevo mundo de la Filosofía y la Tecnología*. Actas del 1º Congreso Interamericano de la Filosofía de la Tecnología. Celebrado del 5 al 9 de octubre de 1988 en la Universidad de Puerto Rico. (STS Press, 1990. p.198-203) En adelante nos referiremos a esta colección de ponencias como CTF) porque ese juicio gerencial se propone como juicio experto y se justifica en los juicios de expertos sectoriales. Más adelante veremos el caso de las controversias en torno al tema de la tecnología nuclear en USA y como se han concretado tales roles sociales y cómo se decidió “gerencialmente” sobre informes expertos al margen de la evaluación común, al margen de los controles democrático sobre las agencias gubernamentales, sobre el principio último de la autoridad del poder refrendado un día.

<sup>19</sup> No solamente es su cara subjetiva, psicosocial, de modo que los riesgos no sean hechos objetivos con independencia de las opiniones de las personas(...) ni sean ni “falso” ni “verdaderos sino que dependen del acuerdo de los afectados el que algo haya de considerarse como un riesgo o no. (Bechmann. Op.Cit. Pág.85) porque, aunque es interesante y relevante y muy útil especialmente para algunos conocer y saber modificar (Sociología de la comunicación de masas, propaganda, “educación”...etc) los vericuetos sociológicos de las determinaciones de la percepción social del riesgo (Cf. La lista de “deformaciones del riesgo subjetivo” que

## El riesgo tecnológico como déficit democrático

El desmantelamiento histórico de la “concepción heredada” que se dispuso para evaluar los productos de la ciencia y la tecnología pasó también por un giro fundamental en su análisis teórico-académico que tendrá dos momentos característicos:

- 1) La línea histórica de constitución del análisis sociológico del conocimiento; los clásicos, desde la Filosofía de los idola, la sospecha, el prejuicio...etc., esto es, desde Bacon, pasando por los philosophés ilustrados, hasta la constitución francesa de sociología y las versiones alemanas de la Wissenssoziologie (W. Jerusalem, Scheler, Mannheim), gracias a la cual el conocimiento se somete a su deconstrucción sociológica, desvelándose la crítica ideológica, la dependencia social de las categorías cognitivas (incluidos valores y normas). La pregunta que se hace sistemáticamente a los productos del saber humano ya no es por sus condiciones formales o materiales de verdad, sino por las determinaciones, que responden a un para quién es apropiada una creencia, un saber, un valor, una actitud, de esa verdad:

¿A quién interesa? ¿De quién es la idea? ¿Quiénes la defienden y por qué la critican otros? La Sociología Americana postmertoniana extendería esta línea a la estructura interna de justificación o validación de los conocimientos científicos; la gran ciencia no es “débil” en cuanto estructura institucional de transacciones desiguales, sino por que ya no se defiende que sea neutral cognitiva, política, económica o axiológicamente.

El Strong Program (B. Barnes, D. Bloor, S. Shapin, R.G.H. Dolby, y otros en el seno de un departamento de estudios interdisciplinarios de la Universidad de Edimburgo) completará el “giro sociológico” iniciado a finales de los cincuenta por T.S. Jun, Sus pretensiones metodológicas para el análisis sociológico de la ciencia serán: A) Proporcionar explicaciones causales sobre las determinaciones de producción de diferentes tipos de conocimiento. B) Imparcialidad respecto de la atribución de valor de verdad a una forma de conocimiento, lo que exige C) Simetría en las formas de explicación: lo mismo determina la verdad y al error. y D) el problemático principio de reflexividad, por el cual las estrategias y métodos de la sociología del conocimiento deber ser cribadas y sometidas al mismo análisis.<sup>20</sup>

---

ofrece Bechmann, Op. Cit, p.77-78. O, más en extenso: Mary Douglas: La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales, 1985. E.d. Piados, 1996. Cap.3 p.57-73) sino su “faz social” como producto lógico de los déficits cognitivos, estructurales o coyunturales, y los marcos sociales en los que se han realizado decisiones concretas (Ej. Almacenamiento de residuos nucleares en Alemania, en el Atlántico norte por el Reino Unido, la construcción a golpe de antidisturbios del cable intercontinental a su paso por España y Marruecos, la construcción de grandes complejos carcelarios o campos de tiro militar, o depuradoras de aguas urbanas, o emisarios submarinos de vertidos, o políticas de repoblación forestal, acuícola, de mamíferos terrestres, ...etc). La faz social es la medida del grado de democratización tecnológica, modifica las imputaciones de responsabilidad, conforma la percepción social del riesgo y las eventuales respuestas grupales () y es el argumento básico para la evaluación ética de las tecnologías, como veremos.

<sup>20</sup> Ref. a Emilio Lamo de Espinosa, José María González García y Cristóbal Torres: *La Sociología del Conocimiento y de la Ciencia* (Alianza Editorial Col. Universidad Textos, 1994. págs. 526-529) En adelante nos referiremos a él como a (SCC).

2) Otra vía, solidaria de la anterior, y que la desarrollará en controversia directa con ella (El programa empírico del relativismo con H. M. Collins, T. Pinch, A. Pickering, La teoría del Actor-Red a partir de Bruno Latour, M. Callon, J. Law, la estrategia de análisis de la vida de laboratorio. etc.<sup>21</sup>) pero que tendrá referentes problemáticos diferentes es la tradición genérica de Ciencia, Tecnología y sociedad (CTS) surgida en los años setenta como *una diversidad de programas filosóficos, sociológicos e históricos que, enfatizando la dimensión social de la ciencia y la tecnología, comparten el rechazo de la imagen intelectualista de la ciencia, la crítica de la concepción de la tecnología como ciencia aplicada y neutral, y la condena de la tecnocracia;*<sup>22</sup>decíamos, converge en su génesis una reacción académica<sup>23</sup> por la cual, a través de la línea anterior, se configura una estrategia metodológica coherente orientada a la deconstrucción teórica de la concepción heredada, basada en los principios acumulados de: A) Limitaciones de las metodologías de la justificación científica: paradojas de la inducción (Duhem, Carnap, Quine, Putman), incompletud de los sistemas axiomáticos de modelización (Godel), la carga teórica de la observación, solidaria de la infradeterminación empírica de la teoría (Hanson, Lakatos, Feyerabend...a Bruno Latour y las tesis relativistas desde las posiciones débiles de contextualización de los contextos de justificación histórica y culturalmente, hasta el postulado de la flexibilidad interpretativa de la estrategia EPOR<sup>24</sup>;infradeterminación que, como se nos recuerda,<sup>25</sup>debe ser ampliada por la constatación del “modelado” del contenido de las teorías por parte de los componentes que se enclasaban pertenecientes a la historia externa (factores no-epistémicos: Institucionales, normativos y técnicos-instrumentales. La ciencia y la tecnología se nos presentan de partida como no-neutrales epistemológicamente (respecto de la verdad) ni axiológicamente (respecto de la acción). B) ( Al menos en la tradición americana<sup>26</sup>)extensión de la actividad académica de crítica y debate teóricos a la formulación de alternativas políticas, al activismo político. Extensión del conflicto de la ciencia a la tecnocracia y de la crítica epistemológica a una crítica política a la tecnología. C) Y una reacción Social;<sup>27</sup> determinada por la confluencia de eventos históricos (Guerras de Corea y Vietnam. Expansión militarista y proliferación armamentística nuclear...etc/affaires ecológicos, humanitarios) coincidentes en la crítica de diversos grupos sociales (movimientos contracultural, grupos científicos de izquierda<sup>28</sup>) y la constitución de nuevas agencias gubernamentales<sup>29</sup> con fin a mediar entre la creciente difusión

---

<sup>21</sup> Ibid. Cap. 22. págs 539-578.

<sup>22</sup> (CT) págs.11-12

<sup>23</sup> (CT) pág, 35-52

<sup>24</sup> (SCC) pág.549-550.

<sup>25</sup> (CT)pág, 46-49

<sup>26</sup> Por Ref. a las distinciones destacadas en (CT) pág. 66-72, 92-95

<sup>27</sup> (CT) pág.53-65

<sup>28</sup> Obras que inauguran estos tipos de discursos serían: Rachel Carson: *Silent Spring* (1962) Con el caso DDT como *affaire* de denuncia a la neutralidad tecnológica. Theodore Rosca: *El nacimiento de una contracultura* (1968). D. Dickson: *Tecnología Alternativa* (1973) Representantes del movimiento pro tecnología alternativa hincado en la década de los sesenta. Manifiesto de fundación de Grenpence (1969) (Ref. a tablas causística y cronológicas (C.T. págs.59-64)

<sup>29</sup> Enviromental Protection agency (EPA 1969) Occupational Safety and Health administration (OSHA 1970), Office of Technology Assesment (OTA, 1972). Nuclear Regulatory Commission (NRC 1975).



de una imagen negativa del proceso de desarrollo tecnológico y los problemas afectivos constatados y denunciados.<sup>30</sup>

La conclusión de este proceso será una nueva conciencia social emergente, militante, crítica del industrialismo capitalista desarrollado por superpotencias enfrentadas por tensiones militares y de la falta de control público de las políticas tecnológicas (industriales, energéticas, militares, sanitarias) en sociedades burocratizadas. Una conciencia guiada por principios de participación democrática, conservación de los recursos, desarrollo sostenible, disminución de las desigualdades en el reparto norte-sur de la riqueza ( y los riesgos) y el mantenimiento del equilibrio ecológico del planeta.

Emergerá en ese seno también un nuevo “paradigma académico” solidario en gran parte de esta conciencia, armado con el bagaje de alternativas metodológicas generadas por los 30 años de controversias académicas desde el “giro sociológico” al received view: Los estudios CTS (Ciencia, Tecnología y sociedad).

Los déficits democráticos, que entendemos como una determinación del concepto de riesgo, es uno de los polos de crítica que los estudios CTS, fundamentalmente en su versión de génesis americana.<sup>31</sup>

### **El Riesgo Tecnológico como déficit ético**

Desde el “enfoque de las humanidades”<sup>32</sup> se agudiza la manifestación del los conflictos generados por las tecnologías, que se presentan como fortísimas instancias

---

<sup>30</sup> Constatación de la consecuencias locales de las bombas atómicas lanzadas sobre las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki en 1945. Accidente nuclear de la central de Windscale (Inglaterra) y explosión del depósito nuclear de Kyshtym en Urales en 1957. Las 2500 víctimas constatadas del caso Talidomida y su prohibición en Europa en 1961. Hundimiento del submarino nuclear *USS Thresher* en 1963 (primero en una gran saga de hundimientos conocidos de navíos militares dotados de propulsión nuclear y/o de armamento nuclear). Famoso accidente de Palomares (Almería, en los alrededores de la playa de Fraga, en 1966) de un B-52 con 4 bombas de hidrógeno, una de las cuales rescató un anonadado pescador. El primero de los relevantes y frecuentes desastres ecológicos por vertidos de petróleo al océano, en el hundimiento del *Tory Canyon*, al sur de Inglaterra en 1967. Para consultar listados de catástrofes tecnológicas: (CT) págs, 59-64 (añadir aquí las referencias).

<sup>31</sup> Distinción de tradiciones en los estudios CTS. Se distinguen dos tradiciones de origen en la estrategia de estudios interdisciplinarios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una *tradición europea* que entiende por el acrónimo (STS) Science and Technology Studies, considera su problema principal el analizar las condiciones sociales de determinación de las actividades de los complejos científico-técnicos, su metodología la extraen de la desarrollada por las ciencias sociales. Tienen como foros a la Society for Social Studies of Science y publicaciones como el boletín de las 4s(technoscience) y la revista *Science, Technology and Human Values* u otras afines a *Social Studies of Science*. Una *tradición americana* para la que es primordial el análisis de la determinación social de la ciencia y la tecnocientífica, prima la atención al fenómeno tecnológico y sus metodologías provienen de las teorías filosóficas y las humanidades: ética, antropología, teorías de la educación...etc. Sus autores asisten a congresos como los promovidos por la Society for Philosophy and Technology o la National Association for Science, Technology and Society, publican, entre otras, los SPT Newsletter y *Bulletin of STS*, en series como *Research in Philosophy and Technology* y en revistas como *Technology in Society*.(CT: págs. 66-72).

conformadoras del mundo social, de sus relaciones y representaciones. La génesis histórica de la actual consideración ética del fenómeno tecnológico es dependiente de la constatación social del tal impacto tecnológico;<sup>33</sup> el catálogo, cada vez más nutritivo, de los desastres y crisis tecnológicas<sup>34</sup>

La relevancia de analizar los casos de estos catálogos es que nos pone delante de otro de los rasgos característicos del riesgo tecnológico; no ya su dependencia de los factores de incertidumbre causal en la evaluación tecnológica, o a componentes epistemológicos de la decisión técnica (déficit cognitivo), ni a la correlación existente entre la cualidad del riesgo y las operaciones jurídico-políticas que implementan las decisiones tecnológicas (déficit democrático), sino, más bien, a la modelización ético-social ejercitada en tales prácticas mediante lo que podríamos denominar el espíritu moral de los hechos consumados.

En las sociedades se está constantemente dando una pugna de principios normativos que, en su selección práctica, configuran los valores efectivos que esa sociedad coloca en un orden característico, que informan sus leyes y costumbres, y determinan la validez de su juicio moral. Entendemos que es prominentemente el modo tecnológico con el cual se seleccionan los problemas y los objetivos deseables, los medios para la satisfacción de ambos y las tendencias productivas; el gran motor en la instauración ética actual.

La tecnología no sólo crea mundo (Munford, Ellul) u oculta la verdad del Ser e interviene a la caída de *dasein* (Heidegger); está configurando el mundo lo preferible, de lo valioso, de lo adecuado, útil, necesario, de lo bueno, de lo que se ha tenido por progreso, desarrollo, mejora, y también de lo que es posible tener como justo o como mal menor y, por tanto, imprescindible, de lo que debe estar en manos de todos, en manos de unos pocos o en manos de nadie; en definitiva, de los componentes normativos que justifican el ejercicio de posibilidades existentes o pretendidas que genera el sistema tecnológico de innovación.

---

<sup>32</sup> Según la distinción de Carl Mitcham en : *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?* (Ed. Anthropos, 1989. Cpts. 1-2. En adelante nos referiremos al libro como a (FT). Según la cual se enfrentarían con el análisis de la tecnología desde la tecnología misma, esto es, desde la extensión de las metodologías de análisis y los filtros de los problemas característicos de la teoría de la ciencia (problemas de Justificación, de Conceptualización: Qué es una teoría, una Ley, una demostración, un experimento relevante...etc; de heurística) al análisis de los procesos constructivos y los productos de la actividad tecnológica. Una tradición “humanística”, “transtecnológica”, que buscaría el “significado de la tecnología” desde los sistemas de la historia de la Filosofía, a través de focos de atención relevante: desde la antropología (Lewis Munford, Ortega y Gasset), desde la ontología (Heidegger), desde la ética y la crítica social (Escuela de Francfort, J. Ellul). Veremos más adelante cómo, sin perjuicio que esta distinción sea relativizada por el mismo Mitchman y que se propone como una descripción histórico-bibliográfica de la roturación teórica del campo de la tecnología, subyace el problema de la distinción Ciencia/Tecnología y la subsiguiente distinción Filosofía de la Ciencia/ Filosofía de la Tecnología (págs. 99-101).

<sup>33</sup> (CT) págs. 192-196.

<sup>34</sup> Existen varios, según la óptica de análisis se destacan uno u otros. Funcionan como introducción de conciencia y son ya un lugar común, apelación a los hechos en las imputaciones, radicales o moderadas, a las políticas tecnológicas (Cf.(C.T.) págs. 59-64. En: *Estudios sobre sociedad y tecnología*. (Varios) pág.163 (añadir otros). Salvando lo que haya que salvar, es interesante descubrir la coordinación global de estos catálogos (unos más que otros con el relato del *Apocalipsis* San Juan.

Por déficit ético del riesgo tecnológico entendemos dos casos principales que se realimentan mutuamente.

1) El riesgo tecnológico surge en decisiones en las que:

El déficit cognitivo no fue evaluado o, a pesar de una evaluación contraria, primaron intereses particulares.<sup>35</sup> (Ej. Decisiones globales en la aceptación de la fisión nuclear como método de obtención de energía eléctrica, y la mayor parte de las decisiones colaterales a ésta).

Generan acciones tecnológicas cuyo déficit cognitivo puede ser considerado aceptable por un cúpula de expertos y políticos pero sin la participación de los sujetos pacientes de tales acciones. Podemos decir incluso que el riesgo aumenta con la disminución de la participación, o con el aumento de la oposición no tenida en cuenta. (Así, hoy, la introducción en los mercados, de diversos modos más o menos subrepticios, de productos alimentarios transgénicos: la soja, cerdo, especies poliploides de frutos...etc. También affaires sociales resueltos “militarmente”: Depósitos de residuos tóxicos, químicos, nucleares, construcción de campos militares, cárceles, laboratorios, industrias problemáticas...etc).

Generan prácticas sociales (o su posibilidad; por Ej. Prácticas eugenésicas con las técnicas de reproducción asistida y de manipulación y selección cromosómica, genética) para las cuales no existe consenso democrático y/o evaluación de consecuencias (terapias psicofarmacológicas de depresión, pena de muerte, producción y distribución incontrolada de armamento...etc).

2) O bien el riesgo tecnológico surge en las decisiones que son implantaciones tecnológicas de riesgo conocido, para las cuales puede o no haber compensación técnica, pero que de hecho no se compensa. Son prácticas al límite de lo razonable, al límite de la capacidad tecnológica de control eficiente y, en grandes tramos, son opacas al conocimiento y control ciudadano. Esconden oscuros intereses de grandes corporaciones industriales y fisuras gubernamentales del poder cuyos esquemas éticos-políticos, grosso modo, se identifican con los principios del totalitarismo antidemocrático, el terrorismo de estado y conocidas prácticas hegemónicas de control mundial de los recursos. Aquí ejemplificaríamos con la industria militar de desarrollo de armamento (convencional y no convencional), en especial de la tecnologías empleadas por industrias de desarrollo de armas nucleares, químicas, bacteriológicas, ecológicas,<sup>36</sup> también las industrias químico-biológicas de

---

<sup>35</sup> Aquí aparece el problema del control de la tecnología y de su relación respecto al riesgo. La cuestión sobre cómo la innovación y estabilización de tecnologías sean determinada por los mercados, efectivamente por las políticas tecnológicas gubernamentales o los microintereses de las corporaciones industriales transnacionales, abre cuestiones paradójicas sobre la relaciones genéricas entre tecnología y sociedad. Los conflictos de control social de las tecnologías, que hemos englobado bajo el rótulo de *déficits democrático* en la noción de riesgo, hacen de éste un constructo social y su cancelación un objetivo del control democrático sobre los modelos efectivos de desarrollo.

<sup>36</sup> Englobamos el conjunto de tecnologías y recursos que Edgar Roy Ramírez Briceño en: *El argumento tecnológico pernicioso y la ética*.(CFT: págs.205-21) denomina como tecnología de la violencia (de la guerra, de la tortura, de la manipulación de consumidores y votantes, del desuso planeado, tecnología venenosa) como el sistema técnico orientado, concebido, planeado y producido para causar daño.

desarrollo de control de plagas de cultivos, de pesticidas orgánicos, de desarrollo de especies de microorganismos-policía para el combate ecológico con especies animales y vegetales generando conflictos ecológicos con especies animales y vegetales generando conflictos ecológicos impredecibles...etc.

En consecuencia, el riesgo tecnológico, prima facie, es un producto tematizado por la misma razón científico-tecnológica. Solamente desde investigaciones científico-técnicas muy precisas, complejas e interdisciplinarias es posible detectar algo así como el “agujero de ozono” sobre la Antártida y su explicación por el efecto reactivo de las moléculas de los gases clorofluorcarbonados, ampliamente utilizados en procesos industriales y en objetos de consumo doméstico a gran escala. El calentamiento planetario y su explicación como efecto invernadero de la concentración en las capas medias del dióxido de carbono producto de la combustión de hidrocarburos. Los procesos de desertificación de amplias zonas y su explicación por la alianza entre prácticas humanas de agricultura intensiva con el uso masivo de abonos de sales inorgánicas. También es un producto de la razón científico-técnica los elaborados análisis de impacto medioambiental que denunciaron las prácticas irresponsables de la industria petrolífera (extracción, transporte y transformación del petróleo).

Queremos decir que el riesgo tecnológico es el producto objetivo de la actividad tecnológica en el sentido que acompaña a su actividad como resultado que esas prácticas son deficitarias (en los sentidos antes expuestos); porque la verdad científica no es necesariamente una verdad de la eficiencia local ni existen criterios de verdad científica en los cursos de construcción tecnológica en la que se exige son decisiones cuyo fundamento es prudencial, político, democrático; y no porque sean en sí mismas decisiones arriesgadas, que lo son, sino porque no existe otro conocimiento que nos garantice más que el que resulta del consenso local ciudadano. Querer otra cosa es vivir aún en el espejismo ampliado que se denunció como concepción heredada del valor y status cognitivo del conocimiento científico. Queremos decir también con esto que el riesgo tecnológico es el producto conceptual, teórico de la misma actividad que lo genera como un hecho, y este es uno de los grandes inconvenientes en su discusión pública: el riesgo tecnológico pasa por ser un objeto de conocimiento experto: Ciencia o tecnología del riesgo científico o tecnológico en una evidente, e interesada, metonimia.

El riesgo pasa por ser una ficción teórica, sujeta a controversias, a la interminabilidad de la retórica de la construcción científica de hechos o cajas negras diría Latour, expropiando a l ciudadano su responsabilidad civil y sus derechos democráticos y sometiendo a la sociedad a una dictadura de mínimos éticos en distonía con los fundamentos básico de constitución social.

La Constitución española de 1978 en su preámbulo declara como propósito general (como condiciones contractuales dirían los liberales poco dispuestos al control social que propugnamos de la política científico-tecnológica) el *establecer la justicia, la libertad y la seguridad y promover el bien de cuantos la integran*, y prosigue, *garantizar la convivencia democrática dentro de la Constitución y de las leyes conforme a un orden económico y social justo(...)* *promover el progreso de la cultura y de la economía para asegura a todos una digna calidad de vida(...)* *establecer una sociedad democrática*

***avanzada, y colaborar en el fortalecimiento de las relaciones pacíficas y de eficaz cooperación entre los pueblos de la tierra.***

Es fácil advertir la subversión de este orden rector cuando se enajena al ciudadano sus derechos en el debate democrático sobre las políticas que implementan actividades arriesgadas de interés nacional, cuando la seguridad y el bien de todos son temas de cualificación experta (veto cognitivo), cuando se está operando socialmente a escala tecnológica (tecnocracia) subvirtiendo el esquema normativo básico que fundamenta la convivencia democrática.<sup>37</sup> Finalmente, cuando se esgrime la aceptabilidad del riesgo como un problema de máximos-mínimos en la evaluación coste-beneficio se ha hecho una traducción (traición) ilegítima, un sofisma él mismo pseudocientífico a un campo abstracto de operaciones codificadas; una falsificación. Es una tarea crítica urgente el desmantelar epistemológicamente el valor de cientifidad de tales construcciones de tecnología social y combatir públicamente su credibilidad.

Ante el nodo del déficit ético de las prácticas tecnológicas que devienen en prácticas de riesgo, las cuestiones éticas polarizan el debate en torno a la posibilidad de justificación de unos mínimos de consenso global<sup>38</sup> y a la posibilidad, ante el desafío del riesgo de una evaluación técnica, objetiva de la determinación de los efectos en cuanto a su ocurrencia y a su cuantificación y a la evaluación de los costes ocasionados por las eventuales destrucciones, el coste de su restauración o compensación y el generado por la previsión.

Para resumir, creemos que los límites metodológicos constatados en el control efectivo de los riesgos tecnológicos que no son totalmente determinables ni predecibles<sup>39</sup> conducen al debate al campo de discusión democrática. Las críticas de Bechmann<sup>40</sup> a la posibilidad del recurso a la ética sobre la base de la infradeterminación técnica del riesgo, a la limitabilidad del análisis de las consecuencias, más que resultar quedasen despuntadas las armas de la ética, despuntan las armas de la High Risk Technology, de su visión interna a la tecnología y de los “moralismos” con los que confunde el debate ético democrático. La “moral del riesgo” no se disuelve en las paradojas de la Psicología social de la percepción del riesgo.

Si estamos de acuerdo en su denuncia de los déficits cognitivos y en la intuición esbozada de que ante las consecuencias catastróficas y difícilmente reversibles de impactos tecnológicos accidentales y acumulativos urge el empleo de toma de decisiones cuya argumentación pública exige argumentaciones éticas por consenso, no por pericia, ni verdad, por lo que la ética como guía o salvación conlleva la misma falacia de atribución de un estatuto cognitivo que no tiene (mejor sustituir la ética por democracia). En último

---

<sup>37</sup> Las contrautopías literarias que describieron mundos cerrados por tecnologías subversivas están marcadas por la interrupción técnica de las libertades, la constitución de un orden tiránico históricamente determinado por la implantación de tecnologías que no sufrieron la selección democrática de sus objetivos (Refs-Ricardo).

<sup>38</sup> Por ejemplo el planteamiento de Feodor F. Cruz en : *Tecnología y la ética de la comunidad mundial* (CFT: pág. 194-197) sobre la base de la noción de justicia como equipotencia o equidad entre los individuos (Rawis).

<sup>39</sup> (RTD) pág.81-82

<sup>40</sup> (RTD)pág.87-88

caso se denuncia la sustitución “controlada” de diferentes juicios expertos y exige un cambio de fidelidad colectiva a creencias: del sobrevalorado y perdido estatuto cognitivo de las ciencias (juicio experto científico) al nuevo estatuto de la verdad ética (de una ética global sin fisuras, decretada por comisiones de expertos morales) que justifiquen axiológicamente decisiones políticas.

Como principios de unificación metodológica insensibles a las paradojas “judiciales” de Bechmann podemos proponer:

### *Minima moralia tecnológica*

-No – universalización gerencial: primacía lógica del conflicto local. La escala global es una ficción de las consecuencias de decisiones tecnológicas pretéritas; así el problema global de la energía nuclear cuando se trata del conflicto local de las 50.000 Tm de desechos arrojados en un punto concreto del Atlántico norte, por un barco concreto de una empresa concreta. De este tipo de concreción local que hablamos mucho los juristas del derecho comparado internacional. Principio solidario del que aboga por el pensamiento global y la acción local como resultado de la constatación de la imposibilidad romántica revolucionaria y de la interrupción social de las libertades.

-Riesgo cero como asíntota a desviarse infinitamente poco. No existe riesgo asumible justo; los riesgos tecnológicos no se distribuyen equitativamente como tampoco los beneficios. De esto se deduce que no existe proceso tecnológico inseguro de necesidad absoluta porque lo que absolutamente no necesitamos son riesgos. Esto incluye que los riesgos indeterminables, en el sentido de actualmente imprevisibles no son riesgos (que se estrelle un objeto estelar contra nuestro planeta, que se produzcan mutaciones cuyas causas se desconocen y que conduzcan a la extinción del género humano, que virus desconocidos generen epidemias mortales...etc).<sup>41</sup>

-Universalización de la participación pública en el debate de política tecnológica bajo el principio de no-ejecución sin consenso, ni consenso sin participación universal (No hay representación ante el riesgo).

-Responsabilidad colectiva (todos somos víctimas potenciales) e imputación individual (Sólo unos pocos culpables: paradoja de la indeterminabilidad absoluta del riesgo y la imputabilidad concreta de la responsabilidad).

## **Tecnologías y Riesgo.**

Cuando hablamos de las manifestaciones actuales del discurso sobre el riesgo, se revelan los principios actuantes de la evaluación ético-política y tecnológica. Consideramos que las nuevas formulaciones del riesgo son características tecnológicas terciarias, con sus metateorías respectivas. Son tecnologías de relaciones entre sujeto: políticas en sentido amplio del término.

---

<sup>41</sup> Distinción Riesgo/Peligro.Cf. (RDT) págs.68-69

Según que las teorías de la sobredeterminación (de la imputación) del riesgo sea sobre las relaciones sociales, las determinaciones objetivas, o la imputación sea histórica; tendremos diferentes teorías especiales del riesgo, del sistema terciario científico-técnico.

Dentro de una propuesta<sup>42</sup> global de filosofía técnica es importante criticar la metodología realista por la cual esta disciplina no es sino una extensión del modelo de análisis de la filosofía estricta, en el sentido de M.Bunge. Así las problemáticas por pensar encajarían en el esquema trinitario: Ontología, Epistemología, Axiología.<sup>43</sup> Es necesario también construir desde un esquema crítico de supuestos capaz de problematizar y negar las relaciones Ciencia/ Tecnología lineales (teoría/práctica, núcleo/aplicaciones) y las consecuentes en el terreno de la metateoría (Filosofía de la ciencia/Filosofía de la tecnología<sup>44</sup>). Consideraremos el riesgo tecnológico, en primer lugar, como un producto teórico de disciplinas y trabas científico-técnicos, en segundo lugar como un producto social de tales prácticas y, finalmente, como un producto objetivo, queremos decir, como una colección de objetos y relaciones con ellos.

### **Conceptualización de la referencia. La tecnología.**

Como actividades humanas que son, previas a toda versión histórica de la clase de las ciencias son formas de la cultura material humana (de la praxeología<sup>45</sup>) que se “alimentan” de las propias ciencias en curso.

Las tecnologías intervienen ontológicamente en la preeminencia cognitiva y política del conocimiento científico, de modo que son parte en el proceso constructivo de la verdad científica (no artefactualismo<sup>46</sup>) pues la verdad que hubiera en las teorías se justifica en la “industria” del verum est factum. De este modo intervienen las tecnologías ontológicamente en la formación, estabilización y muerte de las formas de organización social en las que se realiza históricamente las formas de conocimiento que son las ciencias. La Historia de la técnica, en sentido amplio, es una parte alícuota de la historia del Hombre objeto de la Antropología general. (Y no, pongamos por caso, una especie de la Filosofía moral, en su visión axiológica). También, como caracterización genérica, son

---

<sup>42</sup> Que es el panorama fenomenológico del que parte G. Bechmann. Aunque desde el no se necesita ninguna teoría general (¿Filosófica, tecnológica, normativa o deontológico? El riesgo tecnológico es un término del campo de la tecnologías terciarias. La posible crítica de la tecnología es siempre una metateoría, o sea, un trabajo social, (Cualquier ilustrado actual la identificaría inmediatamente como una pedagogía social, un discurso y, por tanto, acción política, ni religiosa, ni terapéutica, ni estética) por lo que no tiene ningún acceso privilegiado al conocimiento de las fuentes del riesgo, ni tal teoría general del riesgo podría reducir a toda ontología disponible o alternativa, precisamente porque diferentes formulaciones del riesgo tecnológico, en especial aquellas polares que identificaron los conflictos relevantes (tecnología nuclear, equilibrio ecológico).

<sup>43</sup> Por ejemplo la propuesta de M.A.Quintanilla. Op. Cit. Cf.pág. 3º y ss.

<sup>44</sup> Ref. a Carl Mitcham (FT: pág.99-107).

<sup>45</sup> En el sentido global con el que se pretendían construir una teoría de la acción, ya sea sobre los principios de la acción eficaz (tecnológica) como Tadeusz Kotarbinski, Henryk Skolimowski y la escuela *praxeológica* de Varsovia, o menos instrumentalizada como Ludwing von Mises, Murria N.Rothbard, contemplando que este conocimiento incluye el estudio de las normas que deben adoptarse con vistas a la consecución de fines teniendo en cuenta el examen de esas normas y los valores a cuyo servicio se ponen (Raymond Aron).

<sup>46</sup> No-Artefactualismo. Def.

las preeminentes conformadoras de la experiencia cotidiana,<sup>47</sup> de la racionalidad operatoria universal (o común) y en ellas se dan los principales conflictos que están en acción en la sociedad.

Las tecnologías no son ciencias aplicadas.<sup>48</sup> La argumentación en contra de esta imagen de las relaciones Ciencia/tecnología transita por la colección de controversias teórica.<sup>49</sup>

La imagen de neutralidad axiológica, pero fundamentalmente cognitiva del conocimiento científico. Olvido de los contextos de descubrimiento, preeminencia analítica de los contextos de justificación, en terminología de H. Reicheblich. La Ciencia, según esta imagen, se autorepresentaba como una forma de conocimiento privilegiado, en el sentido de tener acceso a la verdad libre de determinaciones que no fueran eliminables por los recursos del método científico. La ciencia es una empresa teórica y descriptiva; su trabajo es la producción de teorías que son especiales construcciones lingüísticas para la descripción de lo real, de lo dado a la experiencia. La fuerza cognitiva de la verdad científica está en su capacidad para la explicación y predicción de relaciones causales.

La imagen de artefactualismo tecnología como productora eficiente de objetos, ellos mismos libres de ideología<sup>50</sup> (¿Tienen ideología los puentes?); que conlleva la paradoja de considerar a la ciencia como un instrumento al servicio de la tecnología que, a su vez, está al servicio de las necesidades de la sociedad. (El proyecto Maniatan, el agente naranja, la oveja Dolly y demás affaires).

El oscurecimiento en esta confrontación, debido a las categorías acrílicas y dicotómicas, de formas de conocimiento, dispositivas, estipulativas, eficientes también, que rebasan el sistema de clasificación empleado, que introducen componentes críticos a la calificación de neutralidad e introducen mediadores espurios en la relación lineal ciencia teórica//práctica tecnológica, como puedan ser: prácticas jurídicas, prácticas sociales-normativas relativas a la vida política, aparición de conocimientos y creencias paralelos a

---

<sup>47</sup> La exposición más acabada de la conformación del espacio de la vida cotidiana por parte de los constructos técnicos, como objetos emergentes que retoman las prácticas comunes, domésticas y como nuevas lógicas operatorias que introducen estrategias de confrontación con los objetos y con la naturaleza y nuevas formas de mediar con los otros, está en Lewis Mumford: *Técnica y Civilización* (1934, Alianza Editorial, 1971).

<sup>48</sup> Por Ref. a (CT) pág.127-145.

<sup>49</sup> Por Ref. a (CT) pág. 127-128. Se destaca la implicación de las concepciones en la filosofía de las ciencias y la tecnología en el mantenimiento del *modelo tecnocrático de ordenamiento político*. Reformar estas imágenes es apostar un modelo de intervención social. *Consideremos que esta nueva imagen constituye una base adecuada para la defensa de una concepción de la evaluación de tecnologías que permita la participación democrática de los ciudadanos.* (pág. 128). **Nosotros añadiríamos la necesidad de confrontar la barrera que impone el status cognitivo del juicio experto (ingeniero, médico, jurídico) en el mismo debate ciudadano de evaluación de las tecnologías.**

<sup>50</sup> (FI) pág.99.102 En los dos capítulos iniciales describe los temas y las referencias de las obras básicas de la doble tradición en filosofía de la tecnología que identifica como la *ingeniería* y la de las *Humanidades*, reproduciendo, como denuncia, la escisión de las dos culturas de C. P. Snow: *Las dos culturas y un segundo enfoque* (1964. Alianza Editorial, 1977).



la actividad de la “tecnología científica” pero que se implantan en la industria y en los mercados de consumo, la pervivencia de técnicas eficientes que tienen origen en un estado precientífico de la civilización (técnicas de pesca, de elaboración de alimentos), las tecnologías destructivas en su conjunto, las técnicas en las que se da una confusión en grado evidente con la “práctica científica” (electrónica, cibernética), “prácticas científicas” (¿O tecnológicas?) opacas a estas distinciones ( Ingeniería del software, Inteligencia artificial, técnicas publicitarias, de marketing), el problema de las situaciones multidisciplinares típicas del desarrollo de nuevas tecnologías y de los flujos entre innovación tecnológica y desarrollo científico (cálculo// software//Ingeniería de la construcción civil, física subatómica// tecnología del Laser// Biología Molecular).

Queremos decir, que los supuestos implícitos, tanto en la imagen de relaciones lineales entre ciencia y tecnología, como en las imágenes de la ciencia y la tecnología como formas de conocimiento privilegiado por su neutralidad, no solamente se tienen que enfrentar como un curso histórico de análisis filosófico, paralelo a la crítica del paradigma neopositivista: al “giro sociológico”, sino principalmente, a los eminentes desarrollos de la ciencia y la tecnología misma, inclusive al modo en el que hoy un ingeniero o un científico conciben su trabajo y sus relaciones.

Creemos que el origen de la confusión (en el plano de la representación, porque de la eficiencia política de esta imágenes se deduce su cualidad de “confusióninteresada”)estriba en el uso analítico “pobre” de los conceptos de Teoría y praxis que aparece, por ejemplo, en distinciones solidarias sobre el campo teórico de segundo grado de las respectivas disciplinas: Filosofía de la Ciencia// Filosofía de la Tecnología, o de la distinción referencial de Mitcham<sup>51</sup> según la cual existirían ideas tecnológicas propias de las ciencias tecnológicas,<sup>52</sup> tecnología teórica, con un reparto epistemológico de los campos meteóricos: una filosofía de la tecnología ligada a los problemas de la filosofía de la ciencia “justificativa”, pre-kuhniana diríamos, que tendría por objeto el análisis teórico de la tecnología teórica, y una filosofía de la tecnología “humanista”, ligada temáticamente al análisis inicialmente fenomenológico de la *Lebenswelt* técnica, a la tecnología práctica.

Entendemos que la confusión de partida está en la distinción entre Ciencia y tecnología, que ejercita una distinción entre teoría y práctica que encierra un círculo vicioso y una metafísica del conocimiento teórico que no está a la altura de la racionalidad de los tiempos. Abogamos, no por su confusión en una teoría práctica o en una práctica teórica,<sup>53</sup> sino por un análisis que refleje la racionalidad científico-tecnológica como una unidad cognitiva (en el sentido de apotema que identifica pensamiento, lenguaje y realidad, saber y saber hacer, o construir y pensar. *Salva veritate*) y una unidad social en la que los agentes son intercambiables, indistinguibles por sus operaciones e intereses. En los momentos históricos del espectacular avance científico, fue esta especial ceguera la que dio la impresión de una neta distinción entre conocimiento teórico: lo que hacía

---

<sup>51</sup> (FT) pág. 100

<sup>52</sup> Es esclarecedor en este punto contar con la propuesta de solución lógico-material de G.Bueno en: ***Conceptos Conjugados*** (acabar la referencia).

<sup>53</sup> George W. Beadle: ***El origen del Maíz***, Investigación y Ciencia. N°42, Maro 1980.

Einstein en sus ratos libres en la oficina de patentes, y ejecución práctico-metodológica: lo que hacían, otro género de profesionales, dirigidos por E. Fermi en Oak Ridge, Tennessee y Hanford. El encanto de esta imagen consiste en la paradoja de su confusión y de su estabilidad y pregnancia político-social.

### **El problema de la clasificación de las técnicas.**

La finalidad de elaborar una clasificación de las técnicas es la de poder confrontarse con la paradoja de la distinción Ciencia y tecnología y encontrar, desde ella, un lugar donde centrar la consideración, metateórica del riesgo tecnológico. Se califica de problema esta construcción porque arrastra la necesidad de disponer de una noción general de técnica a prueba de los hechos, porque exige, simultáneamente a su capacidad de dar cuenta de la multiplicidad de las técnicas, incorporar el componente histórico y procesual que la distingue de otras clasificaciones, y porque exige considerar no solamente componentes cognitivos diferenciales, o referencia material a clases de objetos, sino también referencia a los contextos sociales en los que se codeterminan como trabajo socialmente configurado y trabajo de configuración de la sociedad.

### **Técnicas que reducen el problema al dominio del objeto. Técnicas Primarias**

Las relaciones con los objetos en el sistema técnico primario son conflictivas y deficitarias socialmente, manifestándose como lucha por la explotación de los recursos, por el dominio de la extensión presente de conocimiento y por la universalización alcanzable de la praxis disponible por un grupo (son figuras sociales características de la especialización alcanzable de la especialización local en técnicas de colectivo: aldeas, regiones, barrios, ...etc. Los gremios de artesanos, el secreto técnico, la protección real de los derechos profesionales y de mercado asociados a la técnica como técnica de objetos; esto es impropio porque toda técnica lo es de objetos, aunque este no sea máquina, ni instrumento, pero su manifestación característica es la operación normalizada para la consecución del artefacto (en sentido amplio como efecto o reproductor de efectos) y sobredeterminan las relaciones económicas y sociales a escala local, doméstica; su alcance de determinación es limitado. Son el origen en el desarrollo especializado del conocimiento científico en el sentido en el que lo posibilitaron y lo limitaron simultáneamente.

Este tipo de técnica coordina con las técnicas orteguianas del azar y del artesano, sin diferencias, con la cultura de herramientas Postman y con las técnicas de la fase eotécnica de Mundford. Su característica cognitiva es “la extensión del órgano”, no en sentido de estructura morfológica analógica de Ernst Kapp, sino en cuanto que su teleología es la extensión del conjunto de operaciones disponibles, el dominio de las relaciones causales asociadas a operaciones cuyo referente es la operación quirúrgica, manual.

Desde la domesticación sistemática de las gramíneas en el creciente fértil, o la selección y transformación sistemática del teosinte americano,<sup>54</sup> pasando por el increíble avance de a civilización de los metales (como hito fertilísimo para el análisis histórico de la filosofía de la tecnología, el tránsito del Bronce al Hierro<sup>55</sup>) y por el curso ininterrumpido de avances mecánicos, desde las poleas y artilugios teatrales de Arquímedes y aún las innovaciones relativas a las técnicas agrícolas, metalúrgicas y cerámicas, hasta los albores de la máquina de vapor; es un curso de una técnica de reducción de los objetos a las operaciones y éstas a la escala metrológica de las operaciones de las manos. El objeto es conflictivo, se resiste a su manipulación y se distingue nítidamente la frontera de lo artificial y de lo natural; con la “revolución científico-industrial”, especialmente con la “revolución darwiniana”, la distinción es engorrosa: la naturaleza es el resultado de la selección tecnológica de variantes (la naturales como jardín cultivado), el producto artificial de la acción humana.<sup>56</sup>

El riesgo técnico es inexistente; es peligro intederminado, referido a la naturaleza, alejado de la operación. A lo sumo es error o engaño, si el calendario falla, si el barco no resiste, la colada fracasa o explota el cañon. El único riesgo que existe es el riesgo de no controlar los fenómenos naturales. El riesgo es no poseer sino necesidades sin técnicas, pestes sin curas, hambre sin pan, guerra sin armas; vida y carencia de objetos.

### **Técnicas del complejo científico-técnico. Técnicas secundarias. (Incluye una interpretación histórica)**

Son aquellas que en conjunto, (pues una de sus características es la organización de sistemas<sup>57</sup>), reducen el problema a funciones de eficiencia en el control causal de los procesos. La condición determinante de su morfología y desarrollo, es su paulatina conformación a los recursos cognitivos de las ciencias modernas (la verdadera revolución científica no se reduce a la formulación de una nueva metodología, científica ella misma

---

<sup>54</sup> Francis Van Noten y Jan Raymaekers: *Metalurgia temprana de hierro en África central*. Investigación y Ciencia, N°143, Agosto, 1988. Robert Maddin, James D. Muhly y Tamana S.Wheeler: *Cómo empezó la edad del hierro*. Investigación y Ciencia. N° 15, Diciembre, 1977.

<sup>55</sup> Cf. Herbert A. Simon: *Las Ciencias de lo Artificial* (Ed. A.T.E. 1979, pág. 15-22).

<sup>56</sup> Referencia a las características que señala Bechmann sobre los grandes sistemas técnicos.

<sup>57</sup> Compartimos, en general, la crítica genérica a la idea *artefactualista* de la tecnología; la tecnología, el complejo científico-técnico es mucho más que un taller de producción de objetos. Estamos de acuerdo en que esa imagen desfigura difuminando la mayor parte de los efectos sociales de la tecnología e incluye una tesis epistemológicamente falsa que es la de la tecnología como ciencia aplicada, (de modo que se llega a la paradoja terciaria de cuál sea la tecnología que sirve como un medio, tecnología aplicada diríamos, para prácticas que conforman una nueva tecnología) solidaria de una tesis ontológico-política igualmente falsa: la ciencia como conocimiento puro axiológicamente neutra. Bien, no obstante creemos que el foco cognitivo de la tecnociencia es la producción *a medida* de objetos, la obtención del dominio sobre los procesos causales eficientes necesarios para llevar a efecto el plan del objeto. La producción teórica de la ciencia es un rodeo necesario y fértil algunas veces y otras tanto (personalmente me gustaría saber, para considerarla una empresa científica, el *objeto* de gran parte de la costosísima investigación astrofísica) en la construcción de objetos (artefactos como un puente, naturales, como un virus, sociales como un plan de salud pública). Una teoría rechazada es un objeto imposible. Se podía interpretar la identidad de actores humanos y no humanos de B. Latour en el sentido abstracto de la identidad material entre teorías y objetos en la que se han abstraído los componentes subjetuales, sociológicos, narrativos, de la condición de *actante*.

por ver primera, eso ya lo tenían Aristóteles, sino en la unidad cognitiva ente la técnica primaria y la emergencia de unas nuevas estrategias de rodeo teórico esencialmente más fértiles; con la unificación newtoniana de la mecánica celeste y terrestre en un sistema dinámico único no solamente se perfeccionaron las tablas en un sistema dinámico único solamente se perfeccionaron las tablas de tiro parabólico de la artillería sino que se modelaron nuevas prácticas, nuevos rodeos teóricos: químico, electrodinámico, hidrodinámico, óptico...etc) y a los esquemas de determinación social de ambas, como progresivas instancias al servicio de las fuerzas productivas. La tecnociencia pasa a ser una cuestión de interés nacional, de competencia internacional.

Los conflictos, en su área de influencia, se dan entre sujetos (en forma de propiedad, controversia, competencia, autoridad, prestigio...etc. El objeto es el fin pero ya no el problema). En el límite la justificación negativa se impone a la capacidad técnica disponible “en acto”: no hay nada imposible técnicamente que se sea moralmente malo; si hay algo posible, es posible técnicamente. La técnica en este estado no tiene límites internos. Se fragmentó históricamente la escala individual por la de la por la de la sobredeterminación “industrial y militar”: Universalización técnica y proliferación social de los conflictos antecedentes de la aparición de las tecnologías terciarias.

Caen bajo este rótulo, la técnica del técnico de Ortega, las fases paleotécnicas y neotécnicas de Mumford, al menos la tecnocracia, en el sentido distinto de Postman, distinguiéndola de la globalización cultural de la tecnópolis. En definitiva, caen bajo s{i las formas de operar tecnológicas que han emergido de la revolución científica e industrial y que han poblado el mundo de mediadores; esta es la técnica de artefactos<sup>58</sup> por antonomasia.

La praxis tecnológica del complejo científico técnico incluye en su discurso de la acción una economía política, una estética general y alguna versión De Homine (una doctrina del poder, del orden moral y de la racionalidad). El Riesgo Tecnológico aparece como un subproducto del grado de eficiencia tecnológica del conocimiento disponible y ejercitado en la Industria. En cuanto tal producto, es operable a escala tecnológica y se incorpora al diseño de innovación: es una medida, porque es un efecto del artefacto que lo incorpora como parte de su estructura causal interna. Es el riesgo del optimismo tecnológico básico del sistema secundario, cuya crítica señala la consolidación del sistema técnico terciario.

### **Técnicas heterológicas. Técnicas terciarias**

---

<sup>58</sup> Es difícil el bautismo, porque, al contrario que en los casos convencionales e ingenuos, la estética del nombre conforma lo nombrado, y el caso es distinguir agrupando sin confusión. Desechamos *tecnologías ideológicas* por la confusión inmediata del adjetivo, cargando de retórica política, a pesar de que su referencia al giro de la sociología del conocimiento centrada como esencial la característica de ser tecnologías cuyos *objetos* resultaban ser las relaciones entre los sujetos, *técnicas políticas*. La idea es no solapar los componentes no-neutrales de las técnicas del sistema tecnocientífico pero remarcando su diferencia. “*Heterologías*” viene a querer evidenciar el carácter híbrido de su objeto, el carácter relacional, emergente de las prácticas tecnocientíficas.

Son complejos sistemas de organización práctica que trascienden el horizonte de la representación y conformación de artefactos, su objeto es la mediación misma de los sujetos, grupos sociales, a través de operaciones que han sido construidas tecnológicamente. Históricamente su aparición está referida a los conflictos que genera el sistema científico-técnico precedente, están prefiguradas en la constitución de las grandes administraciones estatales de la modernidad, en la técnica de la organización burocrática. En el límite, el fenómeno de las tecnologías terciarias conduce a la constatación empírica (no es una tesis ontológica) de la absorción tecnológica de las determinaciones sociales (una suerte de formulación “dura” del determinismo tecnológico de la sociedad).

La tecnología en su estado terciario de desarrollo ha rebasado la escala de técnica industrial, productiva, (la sobredeterminación económica) y la escala académico-disciplinar (No se forman especializaciones, aún, en el sistema universitario), pero no por ello están fragmentadas, no son tecnologías difusas sino son identificables; lo que es difuso en su eficiencia, su estatuto cognitivo. Es característico de ellas el estar intercaladas, sostenidas por metateorías(filosofías) de justificación, argumentar, en su contexto de justificación diríamos, desde diversos supuestos filosóficos, ético-políticos, ideológicos.

¿Cuál es, eminentemente, el producto más acabado en sus rasgos, de estas figuras sociales? Entendemos que es el ámbito de los medios de comunicación de masas el espacio más relevante de operaciones terciaria (también el espacio de las operaciones jurídico-políticas). Como argumentaremos al analizar el caso de la evaluación del riesgo de la tecnología nuclear de producción de energía, podemos considerar abierta la cuestión de una tecnología del riesgo; no científico-técnica en sus pretensiones, como desde la perspectiva de la evaluación riesgo-coste-beneficio o de la valoración probabilística del riesgo, desde el análisis de la percepción del riesgo, desde la metodología input-output económica, o alguna crítica deontológico, ética, política, sino como productora de un discurso eficiente, una metateoría del riesgo dispuesta para intervenir en la acción social. Podemos considerar que la existencia de tecnologías terciarias, de su grado de poder real conformador es proporcional a los límites científico-técnicos de decisión, a la complejidad social y al grado de desarrollo democrático.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ PALACIOS, F. G. FERNÁNDEZ - POSSE OTERO, T. RISTORI GARCIA(1996) *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Ediciones del Laberinto.

(Varios) *El nuevo mundo de la Filosofía y la Tecnología*. Actas del 1º Congreso Interamericano de la Filosofía de la Tecnología. Celebrado del 5 al 9 de octubre de 1988 en la Universidad de Puerto Rico (STS Press, 1990).

LAMO DE ESPINOZA, Emilio; José María González García y Cristóbal Torres Albero(1994): *La Sociología del Conocimiento y de la Ciencia*. Colombia: Universidad de Textos. Alianza Editorial..

SANMARTÍN, J.; CUTCLIFFE, S.H.; S.L. GOLDMAN, M. MEDINA (Eds.) *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Ed. Anthropos. Col. Nueva Ciencia, 1992).

GONZÁLEZ GARCÍA, María I.; LÓPEZ CERESO, José Antonio y José L. Luján López (1996) *Ciencia Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y de la tecnología*. Ed. Tecnos.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA. N° Especial de la Monthly Review, Julio-Agosto, 1986. Edit. Revolución, 1990.

GOLAY, Michael W. y TODREAS, NEIL E. (1990) *Reactores avanzados de agua ligera. Investigación y Ciencia*. (N° 165, junio 1990).

BECHMANN Gorthard, (S/F) *Riesgo y desarrollo técnico-científico: Sobre la importancia social de la investigación y valoración del riesgo*.

BERLÍN, Isaiah (1992) *El Fuste Torcido de la Humanidad* (Selección de textos de Henry Ardí. 1959,72,75,78,80,83,88, y 1990) Barcelona: Ediciones Península.

BUENO MARTÍNEZ, Gustavo (1990) *Ignoramus, Ignorabimus!* (En torno al libro de Ferdinando Vidoni. El Basilisco, (2ª Época) N° 4, Marzo-Abril 1990. pp.69-88.

CHOMSKY, Noam (1972) *Conocimiento y Libertad*. Ariel.

DOUGLAS, Mary (1996) *La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*. Edit. Paidós.

JACQUARD, Albert (1983) *La Ciencia ¿ Una amenaza? . Interrogantes de un genetista*. Editorial Gedisa.

LATOUR, Bruno (1992) *Ciencia en acción*. Edit. Labor.

MUNFORD, Lewis (1971) *Técnica y Civilización*. Edit. Alianza.

MACINTYRE, Alasdair (1987) *Tras la virtud*. Edit. Crítica.

MITCHAM, Carl(1987) *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?* (Edit. Anthopos, 1989). Bibliography of the Philosophy of Tecnology (U.M.I. Out of Print Books on Demand 1987. University of Chicago Press.

MUNDO CIENTÍFICO(1991)N° 115, Julio-Agosto 1991. Especial Ciencia del Caos.

PLATÓN : Protágoras (Pentalfa, 1980)

QUINTANILLA, Miguel Ángel(1988) *Tecnología: Un enfoque filosófico (Los libros de Fundesco. Col. Impacto, 1988)*.

SANTAMARTÍN, José(1987) *Los nuevos redentores. Reflexiones sobre la ingeniería genética, la sociobiología y el mundo feliz que nos prometen* (Ed. Anthropos, Col. Nueva Ciencia. 1987).

SHRADER-FRECHETTE, K.S. (1983) *Energía nuclear y bienestar público*. Alianza Editorial

SIMON, Herbert A. (1979) *Las Ciencias de lo Artificial*. Edi. A.T.E.