

# **EL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD, EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

## **I- ¿Qué es la ciencia?**

### **Índice**

- 1. Introducción.**
- 2. Objetivos.**
- 3. ¿Qué es la Ciencia?**
  - 3.1 ¿De Dónde Proviene la Ciencia?**
  - 3.2 El Método Científico.**
- 4. La Dinámica de la Ciencia.**
  - 4.1. La Estructura de las Revoluciones Científicas**
  - 4.2. Orientaciones Constructivistas**
- 5. Nuevos Enfoques Sobre la Ciencia:**
  - 5.1. Transciencia**
  - 5.2. Ciencia Reguladora**
- 6. Conclusión**
- 7. Actividades**
- 8. Ejercicios de Autoevaluación**
- 9. Soluciones a la Autoevaluación**
- 10. Bibliografía**

## 1. Introducción

Es difícil exagerar la importancia de la ciencia en el mundo actual. Sin embargo, para muchas personas, la ciencia es algo todavía lejano y un tanto difuso, que suele identificarse con descubrimientos científicos notables, o bien con nombres de científicos destacados.

La percepción pública de la ciencia y la tecnología es además un poco ambivalente. La proliferación de mensajes contrapuestos de tipo optimista y catastrofista, en torno al papel de estos saberes en las sociedades actuales, ha llevado a que muchas personas no tengan muy claro qué es la ciencia y cuál es su papel en la sociedad. A ello se suma un estilo de política pública sobre la ciencia incapaz de crear cauces participativos que contribuyan al debate abierto sobre estos asuntos, y en general a favorecer su apropiación por parte de las comunidades en general.

En lo que sigue se pretende establecer algunas consideraciones generales acerca de lo que permite identificar a la ciencia: aquello que los aportes de la investigación filosófica, histórica y sociológica sobre la ciencia resaltan como significativo con relación a un conjunto de aspectos relacionados con el método científico; el proceso de desarrollo y cambio de la ciencia; la articulación entre experimentación, observación y teoría.

Cabe señalar que la elección de los temas de ningún modo pretende definir la ciencia u ofrecer una revisión exhaustiva del modo en que numerosos pensadores se han referido a ella. Se ha preferido limitar el análisis a aquellos aspectos que hagan posible una comprensión social del conocimiento científico contemporáneo, y, de manera especial, su articulación con el plano educativo bajo la concepción CTS.

Para terminar, no se debe olvidar que el presente texto se ha escrito con fines educativos, como material de apoyo por lo que se articula con las otras unidades del módulo conceptual, las relacionadas con la tecnología, la sociedad y en general con una caracterización de los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Por esta razón, algunos de los puntos que aquí se tratan, cobran una mayor ampliación en las otras unidades, así como las otras se sirven igualmente de la presentación que se hace en este capítulo.

## 2. Objetivos

**1. Familiarizar a los cursistas con el carácter social del conocimiento científico y promover los procesos de alfabetización científica en los Profesionales** a partir de una presentación general de los enfoques y teorías de las disciplinas humanas y sociales que han construido una conceptualización sobre la ciencia, sobre la base de una comprensión de los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y, en general, de las ideas y representaciones científicas, con la perspectiva de que puedan contribuir a liderar esta clase de procesos en sus respectivas comunidades.

## 3 ¿Qué es la Ciencia?

### ¿A qué llamamos Ciencia?

El vocablo "**ciencia**" se deriva del latín **scientia**, sustantivo etimológicamente equivalente a "**saber**", "**conocimiento**". Sin embargo, hay saberes que nadie calificaría como científicos, lo que permite preguntarnos: **¿Qué diferencia a la ciencia del resto de los saberes y en general de la cultura? ¿Cuáles son sus rasgos distintivos? ¿Por qué se puede decir que la ciencia es ante**

**todo un tipo de saber que se produce, regula, comunica y aprende, de una forma tal que se diferencia de los demás saberes y formas del conocimiento?**

### **3.1 ¿De Dónde Proviene la Ciencia?**

Es una cuestión que ha enfrentado a diferentes historiadores y científicos. En la mayoría de los casos, Grecia es considerada como la cuna de la ciencia pura y la demostración. Pero muchos saberes científicos parecen haber tenido un origen más plural. Es el caso de la astronomía, la medicina, y las matemáticas. En particular, las matemáticas, nos pueden dar una idea importante sobre el carácter social y múltiple del origen del conocimiento científico. Según Ritter (1989), no hay ninguna "necesidad interna" en la manera en que se resuelve un problema matemático dado. Las técnicas de resolución están ligadas a la cultura en que nacen y culturas diferentes resolverán el "mismo" problema por caminos diferentes, aunque los resultados finales puedan, por supuesto, ser similares. Esta diversidad de orígenes coincide con el análisis histórico de la construcción de tablas de cálculo matemático en Egipto y Mesopotamia..

De acuerdo con la **concepción tradicional o "concepción heredada" de la ciencia**, ésta es vista como una empresa autónoma, objetiva, neutral y basada en la aplicación de un código de racionalidad ajeno a cualquier tipo de interferencia externa.

**El desarrollo científico es de este modo concebido como un proceso regulado por un rígido código de racionalidad autónomo respecto a condicionantes externos (condicionantes sociales, políticos, psicológicos...).** En situaciones de incertidumbre, por ejemplo ante la alternativa de dos desarrollos teóricos igualmente aceptables en un momento dado (sobre la base de la evidencia empírica), tal autonomía era preservada apelando a algún criterio metacientífico igualmente objetivo. Virtudes cognitivas habitualmente invocadas en tales casos son las de la simplicidad, poder predictivo, fertilidad teórica o poder explicativo. En resumen :

**La Ciencia, constituye el sistema de conocimientos, métodos y lógicas resultantes de la elaboración intelectual de los hombres, que resume el conocimiento humano, acerca de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento.<sup>1</sup>**

**La Ciencia surge en el quehacer conjunto de los hombres en el seno de la sociedad**, contribuyendo a la continua solución de los problemas que enfrentan estos en relación con su medio, a partir del conjunto de los principios, categorías, leyes y teorías que constituyen su objeto y permiten explicar los fenómenos y procesos específicos que se desarrollan en su contexto socio cultural. y como tal constituye un factor destacado de influencia sociocultural y se encuentra condicionada por las demandas del desarrollo histórico, económico y cultural de la sociedad en que se desarrolla, con base en la práctica histórico social de la humanidad.<sup>2</sup>

### **3.2 El Método Científico.**

El llamado Método Científico constituye para muchos investigadores sociales, la herramienta intelectual responsable de productos científicos . Consistiendo en un algoritmo o procedimiento reglamentado para evaluar la aceptabilidad de enunciados generales sobre la base de su apoyo empírico y, adicionalmente, su consistencia con la teoría de la que deben formar parte.

---

<sup>1</sup> Fuentes G. Homero, El Proceso de La Investigación Científica. Cap I. Pp.2

<sup>2</sup> Ibidem OC

Una particular cualificación de la ecuación "lógica + experiencia" debía proporcionar la estructura fina del llamado "método científico", respaldando una forma de conocimiento objetivo sólo restringido por unas virtudes cognitivas que le garanticen coherencia, continuidad y una particular hipoteca sobre el mundo de la experiencia.

Dentro de la tradición del **empirismo clásico, en el caso de F. Bacon y J. S. Mill, el método científico era entendido básicamente como un método inductivo para el descubrimiento de leyes o fenómenos.** Se trataba, por tanto, de un procedimiento o algoritmo para la inducción genética, es decir, un conjunto de reglas que ordenaban el proceso de la inferencia inductiva y legitimaban sus resultados. El método permitiría, a partir de un conjunto limitado de evidencia empírica constituida por enunciados particulares de observación, construir enunciados generales hipotéticos acerca de esta evidencia empírica.

Bacon es considerado la figura capital del Renacimiento en Inglaterra. Fue un pensador que se opuso conscientemente al aristotelismo, y no a favor del platonismo o de la teosofía, sino en nombre del progreso científico y técnico al servicio del hombre. El valor y la justificación del conocimiento, según Bacon, consisten sobre todo en su aplicación y utilidad práctica; su verdadera función es extender el dominio de la raza humana, el reino del hombre sobre la naturaleza. En el *Novum Organum*, Bacon llama la atención sobre los efectos prácticos de la invención de la imprenta, la pólvora, y la brújula, que "han cambiado la faz de las cosas y el estado del mundo; la primera, en la literatura; la segunda, en la guerra; y la tercera, en la navegación". Bacon adivinó de un modo notable el progreso técnico que se acercaba, un progreso técnico que él confiaba que había de servir al hombre y a la cultura humana (Copleston 1971).

**El testimonio adverso, para esta noción de ciencia** que descansa sobre un método de carácter inductivo, será aportado por la propia historia de la ciencia. **el método hipotético-deductivo.**

En principio, la historia muestra que numerosas ideas científicas surgen por múltiples causas, algunas de ellas vinculadas a la inspiración, al azar bajo contextos internos a las teorías, los condicionamientos socio-económicos de una sociedad, en todo caso sin seguir un procedimiento reglamentado. Este primer rechazo al empirismo clásico constituye la base del llamado "giro lógico" (en expresión de T. Nickles) que se produce durante el pasado siglo. Con dicho giro, impulsado por autores como J. Herschel y W.S. Jevons, **el método científico pasa a ser entendido como un procedimiento de justificación *post hoc* y no de génesis o descubrimiento.** Dicho procedimiento de justificación consiste en aplicar **el método hipotético-deductivo (H-D)** para el desarrollo de la ciencia, en donde el apoyo de la experiencia a las hipótesis generales sigue siendo de carácter inductivo, pero se trata de una inducción *ex post* o inducción confirmatoria. **En otras palabras, el método consistiría en un apoyo que reciben indirectamente las hipótesis a partir de la constatación de la experiencia, sobre la base de las implicaciones contrastadoras que se derivan deductivamente de esas hipótesis.**

Con este nuevo esquema de método científico, más acorde a la historia de la ciencia, se originan a lo largo del siglo XX diversos criterios de aceptabilidad de ideas en ciencia, presentados habitualmente como criterios de científicidad. Estos criterios tratan en general de operativizar el método H-D, haciendo de éste no sólo un instrumento de demarcación para la ciencia, sino también una herramienta para el trabajo histórico que lleva a la reconstrucción de la razón científica. Entre dichos criterios, destacan el criterio de verificabilidad de enunciados, defendido en los primeros tiempos del Empirismo Lógico o Positivismo Lógico, y posteriormente la llamada exigencia de confirmabilidad creciente (e.g. Carnap).

**Otro criterio es el conocido como falsabilidad de hipótesis o teorías,** propuesto por K. Popper, así como la extensión que de él hace I. Lakatos, en su metodología de programas de investigación.

Para Popper una hipótesis o teoría es científica si es falsable, .... De este modo, Popper hace de la falsación el elemento evaluativo crítico, sustituyendo el interés filosófico tradicional centrado en la confirmación por el nuevo estudio de la corroboración, que no resulta como la confirmación de la acumulación de instancias positivas de una hipótesis, sino de haber sobrevivido con éxito a numerosos y diversos intentos audaces de falsación (López Cerezo, Sanmartín y González 1994)

**Todos estos intentos de capturar en un método o estrategia lo característico de la ciencia comparten, a pesar de sus diferencias, un cierto núcleo común: identificar la ciencia como una peculiar combinación de razonamiento deductivo e inferencia inductiva (lógica + experiencia), auxiliados quizá por virtudes cognitivas como la simplicidad, la potencia explicativa o el apoyo teórico.** Es una versión del matrimonio entre la matemática y el empirismo, al que B. Russell atribuía el nacimiento de la ciencia moderna en el Primer Congreso Internacional para la Unidad de la Ciencia, celebrado en París en 1935.

En cuanto al producto de la aplicación de ese método, el corpus de conocimiento científico, **en el Positivismo Lógico, era común, caracterizarlo como un conjunto de teorías verdaderas o aproximadamente verdaderas**, como, por ejemplo la mecánica clásica de partículas, la teoría de la selección natural, la teoría cinética de gases, etc. Se habla aquí de teorías como conjuntos de enunciados, donde los enunciados propiamente científicos pueden pertenecer a un lenguaje teórico o a un lenguaje observacional, o bien constituir enunciados-puente que, con términos pertenecientes a ambos vocabularios, conecten ambos niveles lingüísticos. Por otra parte, la estructura general de las teorías científicas era entendida como un sistema axiomático, en el que existiría una conexión deductiva desde los enunciados más generales a los más específicos. Más aun, la ciencia misma, con su diversidad de disciplinas, era contemplada como un gran sistema axiomático cuyos conceptos y postulados básicos eran los de la física matemática. La llamada lógica de predicados de primer orden con identidad se suponía que podía ofrecer el instrumental requerido para formalizar tales sistemas, es decir, para fundamentarlos y proporcionar una comprensión rigurosa de los mismos.

**Finalmente, el desarrollo temporal de este cuerpo de conocimiento era visto como un avance lineal y acumulativo, como paradigma de progreso humano.** Frente a tal situación, la reacción antipositivista de los años 60, con argumentos como el de la infradeterminación, o el carácter teórico de la observación, produjo el abandono de este lugar común sobre las teorías en filosofía de la ciencia.

## 4. La Dinámica de la Ciencia.

### 4.1 . La Estructura de las Revoluciones Científicas

**Uno de los autores que más influyó en la superación del Positivismo Lógico fue Kuhn con la introducción de conceptos sociales para explicar la dinámica y el desarrollo de la ciencia.**

Uno de los autores que más influyó en la superación del Positivismo Lógico fue Thomas Kuhn en 1962, con la introducción de conceptos irreductiblemente sociales para explicar cómo cambia la ciencia, cómo es su dinámica o desarrollo. Kuhn planteaba que la respuesta a la pregunta sobre qué es la ciencia vendría de una ajustada caracterización de sus aspectos dinámicos, de un estudio disciplinar de la historia de la ciencia real. Sus planteamientos constituyeron una auténtica revolución en la forma de abordar el problema.

Kuhn considera que la ciencia tiene períodos estables, es decir, sin alteraciones bruscas o revoluciones; períodos donde los científicos se dedican a resolver rutinariamente "rompecabezas"

en el marco de un paradigma teórico compartido, pero donde también van acumulándose problemas de conocimiento que no se pueden resolver, enigmas que quedan aparcados a la espera de tiempos mejores. Estos períodos estables pertenecen a un tipo de ciencia que Kuhn describió con el nombre de **ciencia normal**, en contraposición a la ciencia que se presenta cuando sobreviene una revolución científica.

**La ciencia normal se caracteriza así porque una comunidad científica reconoce un paradigma o teoría, o conjunto de teorías, que da soluciones a los problemas teóricos y experimentales que se investigan en ese momento.**

Durante el período de la ciencia normal, las innovaciones son poco frecuentes, ya que el trabajo científico se concentra en la aplicación del paradigma. La acumulación de problemas no resueltos puede, con todo, originar un malestar que haga que se comiencen a percibir como anomalías del paradigma, pudiendo llegar a hacer que éste entre en crisis y se abra un período de **ciencia extraordinaria** en el que tenga lugar una revolución.

**La ciencia revolucionaria se caracteriza por la aparición de paradigma alternativos, la disputa entre comunidades rivales, y, eventualmente, por el posible rechazo del grueso de la comunidad científica del paradigma antes reconocido.**

Esto significaría que hay un cambio en la producción de los problemas disponibles en las metáforas usadas y los valores de la comunidad, induciendo también un cambio en la imaginación científica. Con la consolidación de un nuevo paradigma se inicia un cambio en la forma de ver los problemas que antes estaban sin resolver. Es como si el nuevo paradigma cambiara el mundo que había sido descrito por la ciencia, para ver con nuevos ojos los problemas del conocimiento a los que se refiere dicha ciencia. Una vez se estabiliza el paradigma científico, la ciencia tiende a convertirse otra vez en ciencia normal, para iniciar de nuevo el curso de acumulación de conocimiento y problemas que encierra el desarrollo del pensamiento científico.

Uno de los elementos que permite reconocer el carácter cambiante de la ciencia lo constituye el libro de texto. Este se caracteriza por ser un objeto que se elabora de acuerdo a reglas variables en el tiempo y en el espacio social. En los manuales científicos utilizados hoy en día se relatan las teorías aceptadas y se ilustran sus aplicaciones (Kuhn 1985).

A partir de Kuhn será la comunidad científica, y no la realidad empírica, quien marque los criterios para juzgar y decidir sobre la aceptabilidad de las teorías. Conceptos como "búsqueda de la verdad" y "método científico" van a ser sustituidos por conceptos como "comunidad" y "tradición" en el enfoque kuhniano. **La ciencia normal, según Kuhn, es una empresa colectiva de resolución de enigmas, y las teorías científicas son representaciones convencionales de la realidad.** Las teorías son convencionales, pero no arbitrarias, puesto que, en su construcción, los científicos ponen en práctica sus habilidades de percepción e inferencia adquiridas en los procesos formativos, que se convierten, de este modo, en un proceso de socialización a partir del cual el científico se compromete con su comunidad y el paradigma que impere en cada momento. La ausencia de elementos de juicio innovaciones comunes a teorías rivales en períodos revolucionarios, hace necesario el recurso a la retórica, el poder, la negociación, etc. para reclutar los aliados necesarios que precisa el potencial paradigma propio.

**Una de las principales aportaciones de Kuhn fue que el análisis racionalista de la ciencia propuesto por el Positivismo Lógico es insuficiente, y que es necesario entonces apelar a la dimensión social de la ciencia para explicar la producción, mantenimiento y cambio de las teorías científicas.**

Por tanto, a partir de Kuhn se impondrá la necesidad de un marco conceptual enriquecido e interdisciplinar para responder satisfactoriamente a las cuestiones planteadas tradicionalmente de un modo independiente por la filosofía, historia y sociología de la ciencia. La obra de Kuhn da lugar a una toma de conciencia sobre la dimensión social y el enraizamiento histórico de la ciencia; al

tiempo que inaugura un estilo interdisciplinar que tiende a difuminar las fronteras clásicas entre las especialidades académicas, preparando el terreno para los estudios sociales de la ciencia.

#### **4.2 Las Orientaciones Constructivistas.**

**El punto de arranque de lo que se ha llamado la "tradición europea" en los estudios CTS se sitúa en la Universidad de Edimburgo en los años 70. La Escuela de Edimburgo sostiene que una gran variedad de factores no epistémicos (políticos, económicos, ideológicos, etc. -el "contexto social", en breve) explican el origen, cambio y legitimación de las teorías científicas.**

Es aquí donde autores como Barry Barnes, David Bloor o Steve Shapin constituyen un grupo de investigación (la "Escuela de Edimburgo") para elaborar una sociología del conocimiento científico. Frente a los enfoques tradicionales en filosofía y sociología de la ciencia, se trataba de no contemplar la ciencia como un tipo privilegiado de conocimiento fuera del alcance del análisis empírico. Por el contrario, la ciencia es presentada como un proceso social, y una gran variedad de factores no epistémicos (políticos, económicos, ideológicos, etc. -el "contexto social", en breve) son enfatizados en la explicación del origen, cambio y legitimación de las teorías científicas.

La declaración programática de esta "sociología del conocimiento científico" tuvo lugar mediante el llamado "Programa Fuerte" que enuncia David Bloor en (1976/1992). Este programa pretende establecer los principios de una explicación satisfactoria (es decir, sociológica) de la naturaleza y cambio del conocimiento científico. En este sentido, no es un programa complementario con respecto a enfoques filosóficos tradicionales (por ejemplo el Positivismo Lógico o enfoques popperianos), sino que constituye un marco explicativo rival e incompatible.

**Los principios del Programa Fuerte**, de acuerdo con D. Bloor (1976/1992), son los siguientes:

- 1. Causalidad:** una explicación satisfactoria de un episodio científico ha de ser causal, esto es, ha de centrarse en las condiciones efectivas que producen creencia o estados de conocimiento.
- 2. Imparcialidad:** ha de ser imparcial respecto de la verdad y la falsedad, la racionalidad y la irracionalidad, el éxito o el fracaso. Ambos lados de estas dicotomías requieren explicación.
- 3. Simetría:** ha de ser simétrica en su estilo de explicación. Los mismos tipos de causa han de explicar, digamos, las creencias falsas y las verdaderas.
- 4. Reflexividad:** sus pautas explicativas han de poder aplicarse a la sociología misma.

Bloor presenta originalmente su programa como una ciencia de la ciencia, como un estudio empírico de la ciencia. Sólo desde la ciencia, y particularmente desde la sociología, es posible según este programa explicar adecuadamente las peculiaridades del mundo científico. De hecho, el éxito del Programa Fuerte significa una clara amenaza para la reflexión epistemológica tradicional (véanse, e.g., las airadas reacciones de filósofos como Bunge 1983; y, en general, las llamadas "guerras de la ciencia" en Fuller 1999).

Los esfuerzos de los sociólogos del conocimiento científico se encaminaron entonces (desde la segunda mitad de los años 70) a poner en práctica el Programa Fuerte, aplicándolo a la reconstrucción sociológica de numerosos episodios de la historia de la ciencia: el desarrollo de la estadística, la inteligencia artificial, la controversia Hobbes-Boyle, la investigación de los quarks, el registro de las ondas gravitacionales, el origen de la mecánica cuántica, etc.

**El programa teórico enunciado por Bloor, fue posteriormente desarrollado en un programa más concreto a principios de los años 80: el EPOR (Empirical Programme of Relativism - Programa Empírico del Relativismo), que se centra en el estudio empírico de controversias científicas.**

El programa teórico en sociología del conocimiento científico enunciado por Bloor, fue posteriormente desarrollado por un programa más concreto que postula Harry Collins en la Universidad de Bath, a principios de los años 80: el EPOR (Empirical Programme of Relativism - Programa Empírico del Relativismo), centrado en el estudio empírico de controversias científicas. La controversia en ciencia refleja la flexibilidad interpretativa de la realidad y los problemas abordados por el conocimiento científico, desvelando la importancia de los procesos de interacción social en la percepción y comprensión de esa realidad o la solución de esos problemas. El EPOR constituye la mejor representación del enfoque en el estudio de la ciencia denominado "constructivismo social".

### **El Programa Empírico del Relativismo tiene lugar en tres etapas:**

1. En la primera se muestra la **flexibilidad interpretativa** de los resultados experimentales, es decir, cómo los descubrimientos científicos son susceptibles de más de una interpretación.
2. En la segunda etapa, se **desvelan los mecanismos sociales, retóricos, institucionales**, etc. que limitan la flexibilidad interpretativa y favorecen el cierre de las controversias científicas al promover el consenso acerca de lo que es "la verdad" en cada caso particular.
3. Por último, en la tercera, tales "**mecanismos de cierre**" de las controversias científicas se relacionan con el medio sociocultural y político más amplio.

**A partir de finales de los 70 se desarrollan nuevos enfoques** que adoptan una perspectiva microsocial y que tratan de estudiar la práctica científica en los propios lugares donde se ésta se realiza (los laboratorios)

Sin embargo, la sociología del conocimiento científico desarrollada en Edimburgo es sólo una de las direcciones de investigación de los estudios sociales. A partir de finales de los 70, algunos investigadores argumentan que el contexto social no tiene ninguna fuerza explicativa ni ningún poder causal; y que, en contra de las tesis de la Escuela de Edimburgo, no es necesario salir de la propia ciencia para explicar la construcción social de un hecho científico establecido.

Estos nuevos enfoques adoptan una perspectiva microsocial y tiene como objetivo estudiar la práctica científica en los propios lugares donde se ésta se realiza (los laboratorios). El contexto social se reduce, entonces, al contexto social del laboratorio. Bruno Latour y Steve Woolgar, en su obra *La vida en el laboratorio* (1979/1986), defienden que el estudioso de la ciencia se convierta en un antropólogo, y, como tal, entre en el laboratorio, como haría en una tribu primitiva totalmente alejada de su realidad social, para describir del modo más puro posible la actividad que los científicos y tecnólogos desarrollan allí. En consecuencia, el imperativo de la investigación consiste en abrir la "caja negra" del conocimiento y describir lo que hay dentro. Las palabras de Latour y Woolgar constituyen la mejor ilustración de esta tesis:

"Todas las mañanas, los trabajadores entran en el laboratorio llevando sus almuerzos en bolsas de papel marrón. Los técnicos comienzan inmediatamente a preparar experimentos [...] El personal del laboratorio va entrando en la zona de despachos [...] Se dice que todo el esfuerzo invertido en el trabajo está guiado por un campo invisible o, mejor aún, por un puzzle cuya naturaleza está decidida de antemano y que podría ser resuelto hoy. Tanto los edificios en los que esta gente trabaja como sus carreras profesionales están protegidas por el Instituto. Así, por cortesía del Instituto Nacional de la Salud [National Institute of Health], llegan periódicamente cheques con dinero de los contribuyentes para pagar facturas y salarios. Conferencias y congresos están en la mente de todos. Cada diez minutos, aproximadamente, hay una llamada de teléfono para algún científico de algún colega, un editor o alguien de la administración. Hay conversaciones, discusiones y enfrentamientos: "¿Por qué no lo intentas de este modo?" En las pizarras hay diagramas garrapeados. Gran cantidad de ordenadores vomitan masas de papel. Interminables listas de datos se acumulan junto a copias de artículos anotados por colegas [...]" (Latour y Woolgar 1979/1986, p. 16)



Otros enfoques desarrollados en el marco de la tradición europea son, por ejemplo, los estudios de reflexividad y la teoría de la red de actores. Estas líneas de trabajo han estado orientadas por la profundización en uno u otro principio del Programa Fuerte (el cuarto y el tercero, en los casos respectivos anteriores) .

## 5. Nuevos Enfoques sobre la Ciencia: Transciencia y Ciencia Reguladora

Durante el siglo XX se ha producido una implicación creciente de la ciencia en la formulación de políticas públicas. Esta nueva función del conocimiento científico ha conducido a la aparición de una actividad científica con características particulares. Diversos son los términos que se han utilizado para nombrar esta actividad: transciencia, ciencia reguladora, ciencia post-normal. Así, por ejemplo, cuando alguna administración elabora en la actualidad una determinada política social utiliza el conocimiento científico proporcionado por la sociología y la economía. Más tarde la evaluación de dicha política se realiza utilizando también conocimientos científicos. Se puede afirmar de forma general que no existe prácticamente ningún área en el ámbito de las políticas públicas en la que el conocimiento científico no sea relevante.

El conocimiento científico no es sólo uno de los factores que influyen en la generación y reemplazo de tecnologías, es también uno de los recursos con los que cuentan las sociedades contemporáneas para controlar los efectos no deseados del políticas públicas y reorientarlo. La actividad científica específicamente orientada a suministrar conocimiento para asesorar en la formulación de políticas se conoce con el nombre de ciencia reguladora. Una parte de la labor de este tipo de ciencia está relacionada con la regulación de la tecnología. Los análisis de impacto ambiental, la evaluación de tecnologías, los análisis de riesgos, etc., son ejemplos de ciencia reguladora.

El estudio académico de la ciencia raramente se ha ocupado del análisis de la ciencia reguladora. Este tipo de actividad científica, sin embargo, presenta problemas filosóficos muy interesantes. La relevancia de los compromisos metodológicos para el contenido de las afirmaciones de conocimiento y la interacción entre utilidades epistémicas y no-epistémicas son dos ejemplos.

Una cuestión sumamente importante e interesante es la que tiene que ver con la responsabilidad de los científicos a la hora de resolver conflictos que surgen a partir de la interacción entre ciencia y sociedad. Generalmente, se supone que aquellos temas en los que el conocimiento científico se utiliza para la resolución de problemas políticos (construir o no un transporte supersónico, realizar o no un viaje a la luna) pueden dividirse claramente en dos ámbitos: el ámbito científico y el ámbito político. El científico trata de destacar cuáles son los hechos, por ejemplo si es física y técnicamente posible realizar el viaje a la luna, mientras que el político debe señalar qué dirección ha de tomar la sociedad, como puede ser la pertinencia de subvencionar o no dicho proyecto lunar.

Sin embargo, esta forma de analizar el binomio ciencia-sociedad es excesivamente simple, e incapaz de recoger toda la complejidad de las relaciones entre la ciencia y la sociedad. Incluso en aquellas situaciones en las que es posible ofrecer respuestas claramente científicas a cuestiones involucradas en asuntos políticos, la posibilidad de establecer una distinción tajante entre el ámbito científico y el ámbito político es realmente complicada, en tanto y cuanto es muy difícil separar los fines de los medios. Lo que se considera que es un fin político o social termina por tener numerosas repercusiones en el análisis de lo que debería caer bajo la jurisdicción de la ciencia, y cada una de estas repercusiones ha de ser evaluada en términos políticos y morales.

### 5.1. Transciencia

**Weinberg defiende que la ciencia en la actualidad no puede responder a muchas de las cuestiones que surgen en el curso de las interacciones entre la ciencia y la sociedad. Estas son cuestiones transc científicas.**

Weinberg defiende que muchas de las cuestiones que surgen en el curso de las interacciones entre la ciencia y la sociedad (los efectos nocivos secundarios de la tecnología, o los intentos de abordar los problemas sociales mediante los procedimientos de la ciencia) dependen de respuestas que uno puede plantear a la ciencia, pero que, sin embargo, la ciencia no puede responder todavía (Weinberg 1972, pp. 1-2). Precisamente, para poder enfrentarse a este tipo de cuestiones acuña la expresión *cuestiones transc científicas*. Éstas son cuestiones *de hecho* desde el punto de vista de la epistemología y, por lo tanto, en principio pueden responderse con el lenguaje de la ciencia, aunque, sin embargo, los científicos son incapaces de dar respuestas precisas a las mismas; esto es, trascienden la ciencia (Weinberg 1972, p. 2). En tanto que las cuestiones políticas y sociales poseen esta característica de *transcientificidad*, el rol de la ciencia y de los científicos en el contexto de la transciencia ha de ser diferente al adoptado en el de la ciencia académica tradicional, donde los científicos son capaces de dar respuestas carentes de ambigüedad a los problemas que abordan.

### **Este tipo de cuestiones que estamos analizando trascienden la ciencia a causa de:**

1. La imposibilidad de determinar directamente las probabilidades de que acontezcan eventos extremadamente infrecuentes.
2. La imposibilidad de extrapolar el comportamiento de los prototipos al comportamiento de los sistemas a escalas reales sin una pérdida de precisión.
3. La imposibilidad de contestar a cuestiones de valor como, por ejemplo, de qué problemas debería ocuparse la ciencia.

Respecto a la primera de las razones, Weinberg (1972) propone el ejemplo de los reactores nucleares. Según este autor, es extremadamente poco probable que suceda un accidente catastrófico en un reactor nuclear. Se han elaborado diferentes estadísticas para calcular la probabilidad de que suceda un accidente en un reactor nuclear, para ello se desarrollan *árboles de accidentes probables*, donde cada una de las ramificaciones se activan por el fallo de alguno de los componentes. Generalmente se conocen las estadísticas acerca de la posibilidad de cada uno de los componentes. Sin embargo, estos cálculos son bastante sospechosos: primero porque la probabilidad total que se obtiene de tales estimaciones es excesivamente baja ( $10^{-5}$  por reactor/año, véase Weinberg 1972, p. 5) y, segundo, porque no hay pruebas definitivas de que se hayan identificado todos los modos posibles de fallo. Cuando la probabilidad es excesivamente baja no hay posibilidad de determinarla directamente (construyendo, por ejemplo, 1.000 reactores, de forma que estos operen durante 10.000 años, y así poder tabular sus procesos operatorios). Por tanto, la posibilidad de determinar directamente los porcentajes de que acontezcan eventos extremadamente improbables se convierte en una cuestión transc científica que, aunque pueda plantearse en términos estrictamente científicos, es poco probable que la ciencia pueda ofrecer alguna respuesta definitiva.

La segunda razón se refiere a la imposibilidad de extrapolar el comportamiento de los prototipos al comportamiento de los sistemas a escala real sin una pérdida de precisión. Según Weinberg, la ingeniería es un campo que se desarrolla tan rápidamente que habitualmente requiere que se tomen decisiones sobre la base de datos incompletos. Los ingenieros trabajan sometidos a los rigores de apretadas agendas y rígidos presupuestos por lo que no se pueden permitir el lujo de examinar cada una de las cuestiones al nivel que el rigor científico exige. Hay ocasiones en las que un proyecto ha de esperar a los resultados de investigaciones científicas futuras. Sin embargo, el científico suele tomar las decisiones sobre la base incompleta de los datos de que dispone. Es decir, la incertidumbre es inherente a la ingeniería (Weinberg 1972, p. 6). Los ingenieros se mueven en contextos de incertidumbres siempre que se ven en la necesidad de trabajar con prototipos. Cuando se trabaja con prototipos siempre cabe el riesgo de la pérdida de precisión a la hora de extrapolar los datos a las situaciones reales. Si se trata de dispositivos relativamente pequeños, por ejemplo el desarrollo de un avión, es posible construir prototipos a escala real, con lo que la pérdida de precisión puede considerarse prácticamente nula. Pero cuando se trabaja con grandes dispositivos o

grandes construcciones, como por ejemplo la construcción de una gran presa, no se pueden elaborar prototipos a escala real, y esto se traduce en un considerable aumento de la incertidumbre respecto a las repercusiones de tales dispositivos o construcciones.

Por lo que se refiere a la imposibilidad de contestar a cuestiones de valor como, por ejemplo, de qué problemas debería ocuparse la ciencia, Weinberg lo denomina la axiología de la ciencia (Weinberg 1972, p. 8).

**La axiología de la ciencia** se ocupa de cuestiones sobre las prioridades dentro de la ciencia. Se trata de problemas que se discuten bajo la etiqueta de los criterios de la elección. Ahora bien, en tanto que las cuestiones de valor no pueden plantearse en términos de cuestiones de hecho, éstas claramente trascienden la ciencia.

**Hay tres ámbitos donde las cuestiones trascienden la ciencia:** cuando las respuestas son excesivamente costosas y exigen demasiado tiempo; cuando la materia que se estudia es excesivamente variable y no se disponen de todos los datos; y cuando se trata de cuestiones que implican juicios éticos, políticos y estéticos.

Es decir, según Weinberg, hay tres ámbitos en los que las cuestiones trascienden la ciencia: en el primer caso, la utilización exclusiva de la ciencia es inadecuada porque las respuestas son excesivamente costosas y exigen demasiado tiempo; en el segundo caso la utilización exclusiva de la ciencia es inadecuada porque la materia que estudia es excesivamente variable y no se disponen de todos los datos; y en el tercer caso la utilización exclusiva de la ciencia es inadecuada porque se trata de cuestiones que implican juicios éticos, políticos y estéticos.

En el ámbito de la ciencia, sólo los científicos pueden participar en el gobierno interno de la ciencia. Ahora bien, cuando nos movemos en un contexto en el que la ciencia se mezcla con las decisiones políticas en torno a cuestiones que afectan directamente a la sociedad, estas cuestiones no pueden ser establecidas exclusivamente por científicos. El público, ya sea mediante la participación directa o a través de representantes, debe involucrarse en el debate porque se trata de cuestiones que afectan a todos, no sólo a los científicos. Para referirse a esta situación, Weinberg introduce la expresión "la república de la transciencia". Según éste, dicha república tiene elementos de la "república política", por una parte, y de la "república de la ciencia", por otra parte. Motivo por el que la estructura de la "república de la transciencia" ha de reflejar en gran medida la estructura política de la sociedad en la que opera (Weinberg 1972, p. 14).

Otro de los autores que plantea que el modelo tradicional de comprender la relación ciencia-sociedad es excesivamente simple, e incapaz de recoger la complejidad de esta relación, es Sheila Jasanoff (1995). En su artículo "Procedural Choices in Regulatory Science", Jasanoff mantiene que cuando hay que llevar a la práctica programas de salud, de regulación ambiental, etc. los expertos deben revisar y evaluar el estado del conocimiento científico, identificar áreas de consenso sobre cuál es el mejor de sus conocimientos y solucionar los problemas de evidencia incierta de acuerdo con las leyes vigentes.

Así para dar cuenta de esta nueva situación Sheila Jasanoff (1995) utiliza la expresión de "ciencia reguladora". Con esta expresión trata de destacar el nuevo papel de la ciencia y diferenciarla de la ciencia académica tradicional. La autora hace hincapié en las diferencias entre la ciencia reguladora, que proporciona las bases para la acción política y que lleva a cabo su actividad con fuertes presiones por la falta de acuerdo, la escasez de conocimiento y las presiones temporales; y la ciencia académica, que sin implicaciones políticas, se mueve en un ambiente de consenso teórico y práctico, impidiendo la participación del público y grupos de interés. Sin embargo, sostiene la autora (Jasanoff 1995, p. 282-3), este ambiente de consenso propio de la ciencia académica le es ajeno a la ciencia reguladora que se mueve más bien en el terreno del disenso, no sólo por

problemas epistemológicos y metodológicos, sino también por la falta de acuerdo entre los propios expertos, con la presión y controversia social que esto genera.

La ciencia reguladora se mueve en un contexto en el que los hechos son inciertos, los paradigmas teóricos están poco desarrollados, los métodos de estudio son bastante inconsistentes y muy discutidos, y donde los resultados están sometidos a considerables incertidumbres. Dado este contexto no sorprende que los análisis de los datos por parte de los expertos se vean sometidos a posibles prejuicios subjetivos (Jasanoff 1995, p. 282). Ahora bien, estas características de la ciencia reguladora ayudan a comprender por qué las controversias son tan frecuentes y desarrolladas con tanta tenacidad. En este sentido, un aumento de la participación de científicos no-gubernamentales y de otros agentes sociales en los procesos reguladores mejorará no sólo la calidad, sino también la objetividad de los procesos científicos de forma que la ciencia pueda utilizar procedimientos más sensibles a las incertidumbres e indeterminaciones propias de la ciencia reguladora (Jasanoff 1995, p. 280).

<b>Características de la Ciencia Académica y la Ciencia Reguladora</b>		
	<b>Ciencia Académica</b>	<b>Ciencia Reguladora</b>
<b>Metas</b>	"Verdades" originales y significativas.	"Verdades" relevantes para la formulación de políticas.
<b>Instituciones</b>	Universidades, organismos públicos de investigación.	Agencias gubernamentales, industrias.
<b>Productos</b>	Artículos científicos.	Informes y análisis de datos, que a menudo no se publican.
<b>Incentivos</b>	Reconocimiento profesional.	Conformidad con los requisitos legales.
<b>Plazos temporales</b>	Flexibilidad.	Plazos reglamentados, presiones institucionales.
<b>Opciones</b>	Aceptar la evidencia . Rechazar la evidencia. Esperar por más o mejores datos.	Aceptar la evidencia. Rechazar la evidencia.
<b>Instituciones de control</b>	Pares profesionales.	Instituciones legisladoras. Tribunales. Medios de comunicación.
<b>Procedimientos</b>	Revisión por pares, formal o informal.	Auditorías. Revisión reguladora profesional. Revisión judicial. Vigilancia legislativa.
<b>Estándares</b>	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los métodos aceptados por pares científicos. Significatividad estadística.	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los protocolos aprobados y las directrices de la agencia institucional. Pruebas legales de suficiencia (e.g., evidencia substancial, preponderancia de la evidencia).

## 5.2. Ciencia Reguladora

Sheila Jasanoff (1995) utiliza la expresión de "**ciencia reguladora**" para destacar el nuevo papel de la ciencia. La ciencia reguladora se mueve en un contexto en el que los hechos son inciertos, los paradigmas teóricos están poco desarrollados, los métodos de estudio son bastante inconsistentes y muy discutidos, y donde los resultados están sometidos a considerables incertidumbres

Otro de los autores que plantea que el modelo tradicional de comprender la relación ciencia-sociedad es excesivamente simple, e incapaz de recoger la complejidad de esta relación, es Sheila Jasanoff (1995). En su artículo "Procedural Choices in Regulatory Science", Jasanoff mantiene que cuando hay que llevar a la práctica programas de salud, de regulación ambiental, etc. los expertos deben revisar y evaluar el estado del conocimiento científico, identificar áreas de consenso sobre cuál es el mejor de sus conocimientos y solucionar los problemas de evidencia incierta de acuerdo con las leyes vigentes.

Así para dar cuenta de esta nueva situación Sheila Jasanoff (1995) utiliza la expresión de "ciencia reguladora". Con esta expresión trata de destacar el nuevo papel de la ciencia y diferenciarla de la ciencia académica tradicional. La autora hace hincapié en las diferencias entre la ciencia reguladora, que proporciona las bases para la acción política y que lleva a cabo su actividad con fuertes presiones por la falta de acuerdo, la escasez de conocimiento y las presiones temporales; y la ciencia académica, que sin implicaciones políticas, se mueve en un ambiente de consenso teórico y práctico, impidiendo la participación del público y grupos de interés. Sin embargo, sostiene la autora (Jasanoff 1995, p. 282-3), este ambiente de consenso propio de la ciencia académica le es ajeno a la ciencia reguladora que se mueve más bien en el terreno del disenso, no sólo por problemas epistemológicos y metodológicos, sino también por la falta de acuerdo entre los propios expertos, con la presión y controversia social que esto genera.

<b>Características de la Ciencia Académica y la Ciencia Reguladora</b>		
	<b>Ciencia Académica</b>	<b>Ciencia Reguladora</b>
Metas	"Verdades" originales y significativas.	"Verdades" relevantes para la formulación de políticas.
Instituciones	Universidades, organismos públicos de investigación.	Agencias gubernamentales, industrias.
Productos	Artículos científicos.	Informes y análisis de datos, que a menudo no se publican.
Incentivos	Reconocimiento profesional.	Conformidad con los requisitos legales.
Plazos temporales	Flexibilidad.	Plazos reglamentados, presiones institucionales.
Opciones	Aceptar la evidencia. Rechazar la evidencia. Esperar por más o mejores datos.	Aceptar la evidencia. Rechazar la evidencia.
Instituciones de control	Pares profesionales.	Instituciones legisladoras. Tribunales. Medios de comunicación.
Procedimientos	Revisión por pares, formal o informal.	Auditorías. Revisión reguladora profesional. Revisión judicial. Vigilancia legislativa.
Estándares	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los métodos aceptados por pares científicos. Significatividad estadística.	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los protocolos aprobados y las directrices de la agencia institucional. Pruebas legales de suficiencia (e.g., evidencia substancial, preponderancia de la evidencia).

La ciencia reguladora se mueve en un contexto en el que los hechos son inciertos, los paradigmas teóricos están poco desarrollados, los métodos de estudio son bastante inconsistentes y muy discutidos, y donde los resultados están sometidos a considerables incertidumbres. Dado este contexto no sorprende que los análisis de los datos por parte de los expertos se vean sometidos a posibles prejuicios subjetivos (Jasanoff 1995, p. 282). Ahora bien, estas características de la ciencia reguladora ayudan a comprender por qué las controversias son tan frecuentes y desarrolladas con tanta tenacidad. En este sentido, un aumento de la participación de científicos no-gubernamentales y de otros agentes sociales en los procesos reguladores mejorará no sólo la calidad, sino también la objetividad de los procesos científicos de forma que la ciencia pueda utilizar procedimientos más sensibles a las incertidumbres e indeterminaciones propias de la ciencia reguladora (Jasanoff 1995, p. 280).

## 6. Conclusión

**Las disciplinas experimentales, por ejemplo, sólo constituyen una parte del conocimiento que habitualmente calificamos como "científico".**

Ni siquiera la diversidad de la ciencia en la práctica llega a dar cuenta de todos los usos del vocablo "ciencia". Las disciplinas experimentales, por ejemplo, sólo constituyen una parte del conocimiento que habitualmente calificamos como "científico". Al respecto, el historiador A. C. Crombie (1994) distingue hasta cinco estilos de razonamiento en ciencia, incluyendo la exploración y medición experimental en diferentes especialidades de la física, la química o la biología. Otras formas de hacer ciencia, de acuerdo con este autor, son la elaboración de modelos hipotéticos propia de la cosmología o las ciencias cognitivas, la clasificación y reconstrucción histórica de la filología o la biología evolutiva, la elaboración de postulados y pruebas en lógica o matemáticas, y, por último, el análisis estadístico de poblaciones en economía o partes de la genética.

**Hemos llegado entonces a un punto en el que, asumido el fracaso del proyecto positivista de una ciencia unificada, parece bastante difícil hablar de "la ciencia" como un género natural en virtud de la posesión de algún método o estructura común.**

Hemos llegado entonces a un punto que nos permite concluir, que sin un lenguaje común, asumido el fracaso del proyecto positivista de una ciencia unificada (Galison y Stump 1996), parece entonces difícil hablar de "la ciencia" como un género natural en virtud de la posesión de algún método o estructura común, o, en general, de algún conjunto de condiciones necesarias y suficientes (Rorty 1988).

Nos queda sin embargo un sólido aire de familia para referirnos a las ciencias, proporcionado por cosas tales como: el uso de las matemáticas; los procedimientos estandarizados de prueba y replicación; la generalidad de sus afirmaciones de conocimiento; la instrumentación y las prácticas experimentales; el éxito en resolver problemas particulares a través de la tecnología; y su credibilidad casi universal. Sin embargo, a este aire de familia, hay que agregarle ahora que tales cosas deben ser vistas, analizadas e interpretadas dentro de contextos sociales e históricos concretos.

**A pesar de la diversidad de contenidos, competencias y estilos de razonamiento, aun reconociendo la diversidad de las ciencias, sus heterogéneas notas comunes y el éxito en la práctica, ese aire de familia parece hacer posible seguir hablando de una actitud y un saber científicos.**

## 7. Actividades

### Nota.

Las actividades deben ser desarrolladas al finalizar las cuatro partes.

## 8. Ejercicios de Autoevaluación

- 1 - Explica cuáles son los argumentos básicos del positivismo lógico.
- 2 - De manera sintética expresa en qué consiste la crítica al empirismo lógico.
- 3 ¿Cuáles son las diferencias entre la ciencia normal y la ciencia post-normal?

## 9. Soluciones a la Autoevaluación

### 1. Explica cuáles son los argumentos básicos del positivismo lógico.

El positivismo lógico constituye una definición temprana sobre la ciencia, explicada a partir de un método y un código de conducta de los científicos (ethos). El método es el resultado de hipótesis que se derivan de condiciones empíricas, las cuales se construyen a través de un proceso inductivo. A esta definición, se opone una concepción que delimita las hipótesis como evidencias confirmatorias, a partir de diversos criterios de científicidad, entre los cuales se cuentan: el criterio de verificabilidad, la confirmabilidad creciente, la falsabilidad de teorías, y la metodología de programas de investigación. Todos estos intentos identifican la ciencia como una combinación de inferencia inductiva confirmatoria y de razonamiento deductivo. Además, el positivismo lógico considera las teorías como un conjunto de enunciados teóricos y observacionales, en donde las experimentaciones se derivan directamente de las teorías.

### 2. De manera sintética expresa en qué consiste la crítica al empirismo lógico.

La crítica al empirismo lógico se desprende básicamente de una consideración: la ciencia es un proceso regulado también por factores de naturaleza no epistémica. La ciencia debe ser vista como una práctica que es resultado de una mutua interdependencia entre teorías y prácticas de índole diverso (por ejemplo sociales), por lo tanto no puede reducirse a un simple algoritmo. A partir de los trabajos de Kuhn, la ciencia como práctica científica, adquiere una explicación sobre su propia dinámica, la cual se define por una relación dialéctica entre la ciencia normal (regulada por un paradigma) y la revolución científica (formulación de un nuevo paradigma).

### 3. ¿Cuáles son las diferencias entre la ciencia normal y la ciencia post-normal?

Las diferencias centrales sobre la ciencia normal y la ciencia post-normal se basan en que la primera se formula sobre un paradigma, que se define, entre otras cosas, a partir del interés de los investigadores sobre problemas centrados en la investigación. Desde este punto de vista, tienen poca importancia las interferencias sociales. Por su parte, la ciencia post-normal surge en un contexto caracterizado por altos niveles de incertidumbre, donde han de tomarse decisiones que tienen importantes consecuencias sociales y medioambientales. En tales circunstancias, las interferencias sociales se convierten en algo central para el proceso de investigación, de forma que justifica la apertura de las comunidades tradicionales de expertos a la participación ciudadana. En la ciencia post-normal, los problemas son abiertos, no hay paradigmas dominantes.

## 10. Bibliografía

1. Ambrogi, A. (ed.) (1999), *Filosofía de la ciencia: el giro naturalista*. Pama de Mallorca, Universitat de les Illes Balears.
2. Bunge, M. (1983), *Controversias en Física*, Madrid, Tecnos.
3. Carnap, R. (1963), *Autobiografía intelectual*, Barcelona, Paidós, 1992.
4. Copleston, F. (1971), *Historia de la filosofía*, Barcelona, Ariel, 1981.
5. Crombie, A.C. (1994), *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, Londres, Duckworth.
6. Echeverría, J. (1999), *Introducción a la metodología de la ciencia*. Madrid, Cátedra.
7. Ferrater, M. (1979), *Diccionario de filosofía*, Madrid, Alianza Editorial, 1990.
8. Fuentes Homero. Metodología de la Investigación . UO. Santiago de Cuba. 1999.
9. Fuller, S. (1999), *The governance of science: ideology and the future of the open society*, Buckingham, Open University Press.
10. Fuller, S. “La epistemología socializada”, <http://www.campus-oei.org/cts/fuller.htm>
11. Funtowicz, S. O. y J. R. Ravetz (1990a), “Post-Normal Science: A New Science for New Times”, *Scientific European* 169, pp. 20-22.
12. Funtowicz, S. O. y J. R. Ravetz (1990b), *Uncertainty and Quality in Science for Policy*, Dordrecht, Reidel.
13. Funtowicz, S. O. y J. R. Ravetz (1992a), “Three Types of Risk Assessment and the Emergences of Post-normal Science”, en Krimsky y Golding (eds.) (1992), *Social Theories of Risk*, Westport, Praeger.
14. Funtowicz, S. O. y J. R. Ravetz (1992b), “Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas”, en González García, M. I., J. A. López Cerezo y J. L. Luján López (1997).
15. Galison, P. y D. J. Stump (eds.) (1996), *The Disunity of Science*, Stanford, Stanford University Press.
16. Galison, P. (1987), *How experiments end*, Chicago, University of Chicago Press.
17. Galison, P. (1997), *Image and logic*, Chicago, University of Chicago.
18. González García, M. I., J. A. López Cerezo y J. L. Luján López (1996), *Ciencia, tecnología y sociedad, Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.
19. González García, M. I., J. A. López Cerezo y J. L. Luján López (1997), *Ciencia, tecnología y sociedad: lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel.
20. Hacking, I. (1983), *Representing and intervening*, Cambridge, Cambridge University Press.
21. Hanson, N. R. (1958), *Patrones de descubrimiento*, Alianza, Madrid, 1977.
22. Hellström, T. (1996), “The science-policy dialogue in transformation: model-uncertainty and environmental policy”, *Science and Public Policy* 23, pp. 91-97.
23. Jasanoff, S. (1995), “Procedural Choices in Regulatory Science”, *Technology in Society* 17, pp. 279-293.
24. Kuhn, Th. (1967/1970), *La estructura de las revoluciones científicas*. México, FCE, 1985.
25. Latour, B. (1987), *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor, 1992.
26. Latour, B. “Dadme un laboratorio y levantaré el mundo”, <http://www.campus-oei.org/cts/latour.htm>
27. López Cerezo, J. A., J. Sanmartín, J. y M. I. González García (1994), “Filosofía actual de la ciencia. El estado de la cuestión”, en *Diálogo Filosófico* 29, pp.164-208.
28. Marcuse, H. (1954), *El hombre unidimensional*, Barcelona, Ariel, 1981.
29. Merton, R. K. (1949), *Teoría y estructura sociales*, México, F.C.E, 1995.
30. Nagel, E. (1961), *La estructura de la ciencia*, Barcelona, Paidós, 1981.
31. Neurath, O., R. Carnap y C. Morris (eds.) (1938-1969), *Foundations of the Unity of Science. Toward an International Encyclopedia of Unified Science. Vol. 1*, Chicago, University of Chicago Press.



32. Pickering, A. (ed.) (1992), *Science as Practice and Culture*, Chicago, University of Chicago Press.
33. Popper, K. (1935), *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1962.
34. Ritter, J. (1989), “Segunda Bifurcación: ¿Una matemática o muchas?. A cada uno su verdad: las matemáticas en Egipto y Mesopotamia”, en Serres, M. (1991), *Historia de las ciencias*, Madrid, Ediciones Cátedra.
35. Rorty, R. (1988), “Is Science a Natural Kind?”, en McMullin, E. (ed.) (1988), *Construction and Constraint: The Shaping of Scientific Rationality*, Notre Dame, University of Notre Dame Press.
36. Roszak, T. (1968), *El nacimiento de una contracultura*, Barcelona, Kairos, 1970.
37. Shaffer, N. (1996), “Understanding Bias in Scientific Practice”, *Philosophy of Science* 63/3 (PSA 1996 Proceedings), S89-S97.
38. Schumacher, E.F. (1973), *Lo pequeño es hermoso*, Madrid, Hermann Blume, 1978.
39. Skinner, Q. (1999), “The Advancement of Francis Bacon”, *The New York Review of Books* XLVI/17, pp. 53-56. Vilches, A. y C. Furió, “Ciencia, Tecnología y Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI”, <http://www.campus-oei.org/cts/ctseduccion.htm>.
40. Weinberg, A. M. (1972), “Science and Trans-science”, en *Minerva*, núm. 10, pp. 209-222. Citado por la versión Weinberg, A. M. (1992), *Nuclear Reactions: Science and Transcience*, New York, The American Institute of Physics.