

## REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

**Propuesta de una didáctica de la filosofía de la ciencia en Mario Bunge**

**Autor: Eleazar Sashida Rojas**

**Tesis presentada para obtener el título de:  
Lic. En Filosofía**

**Nombre del asesor:  
Florentino Medina Arriola**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación "Dr. Silvio Zavala" que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo "Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada", se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





# UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

RVOE ACUERDO N° 960701  
CLAVE 16PSU0024X

## LICENCIATURA EN FILOSOFÍA

### “PROPUESTA DE UNA DIDÁCTICA DE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA EN MARIO BUNGE”

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN FILOSOFÍA

PRESENTA:

ELEAZAR SASHIDA ROJAS

ASESOR DE TESIS:

LIC. FLORENTINO MEDINA ARRIOLA



MORELIA, MICHOACÁN, JULIO DEL 2008

## RECONOCIMIENTOS

Merece reconocimiento especial la asesoría del Lic. Florentino Medina Arriola, por su acertada revisión en el contenido y oportuna guía para darle sustento al tratado. Mi sincera gratitud por su apoyo y motivación durante la licenciatura.

Aprecio también las sugerencias para mejorar este trabajo procedente del revisor: Lic. Jorge Horacio Martínez, por las atenciones y ayudas recibidas para el desarrollo del tema.

Agradezco a los asesores de la licenciatura en filosofía de la UVAQ de su exposición clara, abierta, profunda y humilde para motivarnos a descubrir un nuevo mundo de pensamientos sabios y complejos para que los paradigmas gnoseológicos se vayan ampliando.

A todos aquellos que en forma material o espiritual han contribuido a la elaboración de este tratado.

## DEDICATORIAS

A Dios, por brindarme fortaleza y mis capacidades que me han permitido llegar al fin de una nueva etapa en mi vida.

A mis Padres, con todo el amor y gratitud por darme la formación humana y oportunidad por emprender el proyecto de vida.

A mis Hermanos con mucho cariño.

A mi Esposa e hijos, con amor quienes me han dado su incesante apoyo, tiempo y estímulo a través de los años.

A todos los que sueñan, que comparten su existencia conmigo y nutren mis conocimientos

## Índice general

	Página
1. Introducción	1
2. Marco teórico	
2.1 Contexto histórico de Mario Bunge Schreiber	4
2.2 Obras	7
2.3 Reconocimientos	9
2.4 Reseña de su visión filosófica	9
2.5 Pensamiento de Mario Bunge	11
3. Epistemología y didáctica	14
3.1 Introducción	15
3.2 Teorías científicas y sus tipos	20
3.3 Corrientes epistemológicas: Kuhn, Lakatos, y Bunge	23
3.4 Didáctica de la matemática como disciplina científica	30
4. Una filosofía de la Ciencia integral	
4.1 Principio de la Filosofía de la ciencia	32
4.2 Crítica al positivismo	34
4.3 Análisis integrista de la ciencia	36
4.4 Proyección formativa de la filosofía de la Ciencia	37
5. Conclusiones	
5.1 Objetivas	40
5.2 Valorativas	43
6. Glosario	45
7. Bibliografía	
7.1 Básica	68
7.2 Complementaria	69
8. Anexos	71
8.1 Programa de las ciencias físico matemáticas del nivel medio superior desde la perspectiva de la didáctica de la filosofía de la ciencia	72
8.2 Ensayo sobre epistemología	94

## 1. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del estudio de la propuesta de una didáctica de la filosofía de la ciencia en Mario Bunge, con profesores y estudiantes del nivel medio superior utilizando la epistemología y la didáctica como marco de referencia, fue necesario consideración de varios interrogantes cuyas respuestas contribuyen a la articulación de un perfil requerido en las ciencias físico matemáticas del bachillerato, como campo de indagación. Como una ilustración del tipo de preguntas que nos interesa y dieron origen a este trabajo, se presentan las siguientes:

1. ¿Por qué los educadores en las ciencias físico matemáticas, tenemos que ocuparnos de conocer las epistemologías?
2. ¿Es posible elaborar y/o aplicar una propuesta didáctica que propicie una evolución y avance en el conocimiento de la ciencia en los estudiantes del bachillerato?
3. ¿Qué tipos de actividades pueden resultar útiles en el aprendizaje de la ciencia?
4. ¿Por qué incluir la tecnología en el aula o espacios destinados para aprender ciencia?
5. ¿Existen valores en la ciencia? ¿Cuáles de esos valores le interesan a la reflexión filosófica?
6. ¿Qué razones pueden avalar la necesidad de una educación científica para todos los ciudadanos?
7. ¿Por qué hablar de alfabetización científica? ¿Qué añade dicha expresión a la de educación científica?
8. ¿Es posible proporcionar a la generalidad de la ciudadanía una formación científica que resulte realmente útil?
9. ¿Puede una formación científica general, no especializada, hacer posible la participación de los ciudadanos en la toma fundamentada de decisiones en torno a los problemas a los que debe enfrentarse la humanidad?

El estudio parte de los supuestos básicos:

- a) Se considera que en el desarrollo actual de la Educación Matemática, se reconoce la importancia de integrar los procesos del quehacer de la disciplina como conjeturar, formular contraejemplos, argumentar, representar, etc. con las diversas líneas de contenidos específicos de la ciencias matemáticas del bachillerato.
- b) Es posible diseñar o implementar actividades de aprendizaje donde tales procesos aparecen como relevantes en el estudio de las diversas líneas de contenido de la ciencias físico matemáticas del nivel medio superior.

El estudio se desarrolla alrededor de dos aspectos relacionados:

Comprender adecuadamente el sentido de la epistemología, para ello se sugiere:

- a) Comprensión de la epistemología por parte del docente.
- b) Actividades con información constructiva y significativa.

El reconocimiento de las actividades de aprendizaje expresadas en las prácticas didácticas guiadas y las libres o de aplicación para la resolución de problemas como esencial en el estudio de las ciencias físico matemáticas. En este sentido, en el presente estudio, nos proponemos generar una documentación sobre la manera de propiciar en el aula para aprender matemática, con profesores y estudiantes del nivel medio superior, procesos de pensamiento de la ciencia como lo es principalmente la identificación de las propiedades, los patrones, producción de conjeturas, formulación de contraejemplos y procesos alternativos de comunicación de ideas de la ciencia.

El presente tratado está dividido en cinco capítulos; más glosario, bibliografía y anexo:

- 1) Introducción general
- 2) Vida y obra de Mario Bunge,
- 3) Principio de la didáctica Bungeana,
- 4) Una filosofía de la Ciencia integral,
- 5) Conclusiones

A continuación haré una breve descripción de cada uno de ellos:

**Capítulo I**, introducción al pensamiento de Mario Bunge hacia una didáctica de la filosofía de la ciencia.

**Capítulo II**, describe la Vida y obra de Mario Bunge. Se menciona cada una de las fases que se siguieron en la etapa de su estudio, resultados y contrastación.

**Capítulo III**, está relacionado con la didáctica de la filosofía de la ciencia en Mario Bunge y que esta nace por la reciente reforma del plan de estudio realizadas en el COBAEM. Tal reforma coinciden en el señalamiento de que, en el aula, es posible construir un ambiente dinámico en el cual los estudiantes pueden comunicar sus ideas, hacer preguntas, proponer conjeturas y formular contraejemplos. Contiene el marco general, donde se presentan los elementos teóricos que servirán de base en la propuesta de aprender la ciencia vía las prácticas guiadas o de aplicación para la resolución de problemas.

**Capítulo IV**, se reflexiona sobre la filosofía de la Ciencia integral, tomando el principio, crítica, análisis y proyección formativa.

**Capítulo V** se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio. Ahí se intenta contestar las preguntas de investigación, se detallan los hallazgos y se hacen recomendaciones para que los profesores de la ciencias físico matemáticas tengan en cuenta, dentro de su trabajo, los resultados que aquí se generan.

Finalmente se menciona el glosario, la bibliografía, y anexos utilizados donde se reproduce el programa de las ciencias con actividades propuestas de una didáctica de la filosofía de la ciencia y algunas reflexiones sobre la epistemología y mi *que hacer* docente.

En el glosario se pone de manifiesto la manera cómo se entienden y se usan algunos términos claves que sirven de soporte en la fase de análisis de la información recogida desde la perspectiva de Mario Bunge y otros autores.

## 2. MARCO TEÓRICO GENERAL

Mario Bunge no necesita presentación, pero lamentablemente no es muy conocido por las personas en general porque no se menciona en los medios de comunicación. Sin embargo sí se escucha frecuentemente en los ámbitos filosóficos y científicos, en los que este personaje destaca. En el presente capítulo descubriremos a Mario Bunge físico, filósofo, epistemólogo y humanista.

### 2.1 Contexto histórico de Mario Bunge

Nació en la ciudad de Florida, Buenos Aires, el 21 de setiembre de 1919, hijo del médico y diputado socialista Augusto Bunge y la enfermera alemana María Schreiber.

Aunque emparentado por vía paterna a una familia muy influyente (creadores del grupo Bunge y Born, que luego se convertirá en multinacional), él pertenece a una rama modesta, y pasa gran parte de su infancia en un ambiente semirural, dedicándose incluso a tareas agrícolas. Cursa la primaria en "El Niño Argentino Modelo". Comenzó el ciclo secundario en el Colegio Nacional de Buenos Aires, estudios que abandonó decidiendo rendir el resto de los exámenes libres. Cursó el primer año de la Licenciatura en Ciencias Químicas en la Universidad de Buenos Aires. Sin embargo, pronto descubrió que su vocación estaba en la física, dejando esta carrera y matriculándose en la Licenciatura en Ciencias Fisicomatemáticas en la Universidad de La Plata, donde se graduó en 1943. Paralelamente estudió Filosofía por su cuenta y a través de cursos en la facultad de Filosofía y Letras de la UBA. En 1938 fundó la Universidad Obrera Argentina, institución donde por tarifas apenas suficientes para el mantenimiento los trabajadores de distintas actividades recibían capacitación técnica y sindical (Arturo Frondizi, abogado del diputado Bunge, dictó la materia "Derecho Gremial".) Sugestivamente, la UOA fue cerrada en 1943 por el secretario de Trabajo y Previsión, coronel Juan Domingo Perón.

En 1940 contrajo matrimonio con la arquitecta Julia Molina y Vedia, bastante mayor que él, madre de sus dos hijos mayores Mario (matemático) y Carlos (físico.) La vocación de Mario por la técnica se frustró durante el gobierno peronista cuando un clérigo le impidió ingresar en el industrial Otto Krause por considerar a ese destino

inaceptable "para el hijo de una familia aristocrática". [Carlos inventaría un láser de rayos X luego pirateado por el Pentágono en el marco del proyecto "Guerra de las Galaxias".]

El año en que se cerró la Universidad Obrera, Bunge fundó la revista filosófica *Minerva*, de corta vida, en cuyo primer número colaboran entre otros el prestigioso filósofo marxista italiano Rodolfo Mondolfo. En las elecciones de 1946, Bunge integró listas de la coalición "Unión Democrática" y -mientras duró el régimen peronista- se convirtió en un férreo opositor, hasta que acabó encarcelado durante semanas acusado de incitar a una huelga ferroviaria. En el presidio organizó seminarios de discusión políticas entre los delincuentes comunes.

En esta década intentó sin suerte toda clase de negocios para poder sobrevivir. El gobierno peronista le negó el pasaporte, motivo por el cual no pudo viajar al exterior, obstaculizando sus posibilidades de progreso académico. Sin embargo, uno de sus docentes -el doctor Ernesto Sábato- lo puso en contacto con un científico emigrado de la Europa de posguerra, el físico austroitaliano Guido Beck. Bajo su dirección completará en 1952 la tesis que le vale el doctorado, sobre "Cinemática del Electrón Relativista". Durante su ciclo de posgrado, recibió la beca "Ernesto Santamarina", administrada por el doctor Bernardo Houssay, con quien debía entrevistarse regularmente.

Para entonces, las zozobras de la militancia y la persecución peronista habían hecho naufragar su primer matrimonio. Así, Bunge conoció a quien será su segunda esposa, la estudiante Marta Cavallo. Pese a la tenaz oposición de su suegro (y gracias a la complicidad de su amigo, el ingeniero Virgilio Di Pelino), logró llevar adelante la relación, que resultará en su segundo matrimonio y en un estímulo a la carrera universitaria de Marta, para quien su padre planeaba una vida de ama de casa. Más tarde, Marta se doctoró en matemática, especializándose en topología.

Tras el derrocamiento de Perón, Bunge ocupó un papel protagónico en la reestructuración de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, que -entre 1957 y 1966- vivirá su llamada "Edad de Oro". Junto con Manuel Sadosky y Rolando García constituyó un equipo con gran habilidad para concebir y hacer avanzar proyectos progresistas. Años más tarde, reprocharía a García

su vuelco hacia un peronismo obsecuente de la línea de los Montoneros, que lo llevó a impulsar la disolución de la Asociación Física Argentina y condenar la ciencia básica.

En esta época impulsó la carrera del bachiller agrimensor Gregorio Klimovsky, quien demuestra más aptitudes para la enseñanza de la lógica que el célebre profesor Eugenio Pucciarelli, a quien acaba por desplazar.

En 1959 Bunge publicó "Causalidad", un estudio sobre el determinismo en la ciencia con especial énfasis en el determinismo causal, del que da una definición muy precisa, diferenciándolo de otras categorías de determinación que en análisis previos eran confundidas con él, llevando a falsos debates.

Durante este período, Bunge enseñó filosofía de la ciencia en Argentina y Uruguay. Sin embargo, al producirse en 1963 el conato de guerra civil entre las facciones del ejército denominadas "Azules" y "Colorados", decidió emigrar. Primero se dirigió a la universidad de Delaware, en los Estados Unidos, pero allí se encuentra con un ambiente intolerante: los universitarios están virulentamente a favor de la intervención en Vietnam, descubriendo con perplejidad que sólo comienzan a oponerse cuando -años más tarde- el gobierno recluta estudiantes. Otras consideraciones también lo impulsan: sabe que los hijos de su segundo matrimonio, de nacer en el Norte, pueden llegar a ser reclutados. Entonces, acepta una invitación de una universidad alemana. Allí permaneció más de un año hasta que recibió una invitación de la Universidad McGill, el centro académico anglófono más importante del Québec, Canadá.

Bunge se instaló en Montréal en 1966, y allí nacen sus dos hijos de su segundo matrimonio: en 1966 Eric y en 1974 Silvia. Desde entonces ocupa la cátedra Frothingham de Fundamentos y Filosofía de la Ciencia, donde convergen estudiantes de diversas disciplinas. Enemigo declarado de los exámenes, promueve la formación de equipos y la realización de trabajos de investigación. Allí publica a un ritmo febril (su obra suma centenares de volúmenes), que incluye la elaboración de su monumental "Tratado de Filosofía Básica", compuesto por ocho libros repartidos en nueve tomos que aparecen entre 1974 y 1989, cubriendo desde Ontología hasta Ética. Durante este tiempo interviene en importantes debates científicos, como el del mecanismo de aprendizaje, donde con Hebb y Bindra adhiere a la hipótesis de la plasticidad sináptica.

Como lo hacía desde los 18 años, ataca al psicoanálisis. Escribe “Filosofía de la Economía”, donde intenta axiomatizar la economía e identificar sus principales problemas. Aunque es atacado por algunos economistas, entre ellos también se gana partidarios. Un gran publicista de esta obra es su amigo, el fallecido economista Raúl Prebisch, cofundador de la CEPAL.

## 2.2 Obras

La producción de libros en español del físico, filósofo y epistemólogo argentino Bunge es realmente vasta y ha aparecido en las publicaciones más importantes de diferentes países. Es autor de cerca de 40 libros y más de 450 artículos sobre física, teórica, matemáticas aplicadas, fundamentos de psicología y filosofía de la ciencia, entre otros temas. De sus libros destacan: “la causalidad”, “la investigación científica”, “el problema mente-cuerpo” y su magno “Treatise on Basic Philosophy”. Sus obras han sido traducido en nueve idiomas.

Libros en español:

- (2006) *A la caza de la realidad. La controversia sobre el realismo*. Barcelona, Gedisa.
- (2006) *100 Ideas. El libro para pensar y discutir en el café*. Buenos Aires, Sudamericana. (Compendio de artículos periodísticos.)
- (2005) *Intuición y razón*. Buenos Aires, Debolsillo - Ed. Sudamericana. (Existe primera edición en 1996 de otra editorial.)
- (2004) *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barcelona, Gedisa.
- (2004) *Mitos, Hechos y Razones*. Buenos Aires, Sudamericana.
- (2003) *Cápsulas*. Barcelona, Gedisa. (Compendio de artículos para la agencia de noticias EFE y la prensa argentina.)
- (2002) *Ser, saber, hacer*. México, Paidós.
- (2002) *Filosofía de la psicología* (en colaboración con el doctor Rubén Ardila) 2º ed. México, Siglo XXI Editores.
- (2002) *Epistemología. Curso de actualización*. 3º ed. Barcelona, Ariel.
- (2002) *Crisis y reconstrucción de la filosofía*. Barcelona, Gedisa.
- (2001) *Diccionario de filosofía*. México, Siglo XXI Editores.

- (2000) *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía*. México, Siglo XXI Editores.
- (2000) *Fundamentos de biofilosofía*. México-Buenos Aires, Siglo XXI Editores.
- (1999) *Las ciencias sociales en discusión*. Buenos Aires, Sudamericana.
- (1999) *Buscar la filosofía en las ciencias sociales*. Madrid, Siglo XXI Editores. [ISBN 950071566X]
- (1997) *Vistas y entrevistas*. 2° ed. Buenos Aires, Sudamericana.
- (1997) *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires, Sudamericana.
- (1989) *Mente y sociedad*. Madrid, Alianza Universidad.
- (1985) *Teoría y realidad*. Barcelona, Ariel.
- (1985) *Seudociencia e ideología*. Madrid, Alianza Universidad.
- (1985) *Racionalidad y realismo*. Madrid, Alianza Universidad.
- (1983) *Lingüística y filosofía*. Barcelona, Ariel.
- (1982) *Economía y filosofía*. Madrid, Tecnos.
- (1978) *La Causalidad: El Principio de Causalidad en la Ciencia Moderna*. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires (4a. Edición). Reeditado por Editorial Sudamericana, Buenos Aires, en 1997.

#### Libros recientes en inglés:

- (2006) *Chasing Reality. Strife over Realism*. Toronto, University of Toronto Press.
- (2003) *Emergence and Convergence. Qualitative Novelty and the Unity of Science*. Toronto, University of Toronto Press.
- (2001) *Philosophy in Crisis. The Need for Reconstruction*. New York, Prometheus Books.
- (2001) *Scientific Realism: Selected Essays of Mario Bunge* (Edited by M. Mahner), New York, Prometheus Books.
- (1997) *Foundations of Biophilosophy* (en colaboración con el Dr. Martin Mahner). Berlín, Springer.

Otras publicaciones:

- Introducción de *Teoría y estructura sociales*, de Robert K. Merton (Fondo de Cultura Económica, México)

Trabajos sobre la obra de M. Bunge:

- Agassi, Joseph y Robert S. Cohen (eds.). 1982. *Scientific Philosophy Today: Essays in Honor of Mario Bunge*. Dordrecht, Reidel.
- Denis, Andy. 2003. Methodology and policy prescription in economic thought: a response to Mario Bunge.
- Serroni-Copello, Raúl. 1989. *Encuentros con Mario Bunge*. Asociación de Investigaciones en Psicología.
- Vacher, Laurent-Michel, 1993. *Entretiens avec Mario Bunge*. Montreal, Liber.
- Weingartner, Paul y Georg J.W.Dorn (eds.). 1990. *Studies on Mario Bunge's Treatise*. Amsterdam-Atlanta, GA, Rodopi.
- Denegri, Guillermo y Gladys E. Martínez. 2000. *Tópicos actuales en filosofía de la ciencia. Homenaje a Mario Bunge en su 80° aniversario*. Mar del Plata, Editorial Martín.

### 2.3 Reconocimientos:

Mario Bunge ha sido honrado en varias ocasiones con doctorados *honoris causa* otorgados por instituciones como la Universidad de Salamanca (España) en 2003 y la Universidad Nacional de La Plata (Argentina). También recibió el Premio Príncipe de Asturias en 1982.

Actualmente es *Frothingham Professor of Logic and Metaphysics* en McGill University, Montreal, Canadá.

### 2.4 Reseña de su visión filosófica

Mario Bunge Físico, filósofo y epistemólogo argentino, además de humanista. Es reconocido también por expresar públicamente su postura contraria a las

pseudociencias, entre las que incluye al psicoanálisis y la homeopatía, además de sus contundentes críticas contra corrientes filosóficas como el existencialismo (incluyendo a filósofos como Martin Heidegger y Edmund Husserl), el posmodernismo, la hermenéutica y el feminismo filosófico. Tal vez su obra más importante son los ocho tomos de su *Tratado de filosofía básica* (*Treatise on Basic Philosophy*).

Interesado en la filosofía de la física, Bunge comenzó sus estudios en la Universidad Nacional de La Plata, graduándose con un doctorado en ciencias físico-matemáticas en 1952. El tema de su tesis doctoral versó sobre *El Spin del Electrón Relativista*. Allí, y en la Universidad de Buenos Aires, fue profesor de física teórica y filosofía desde 1956 hasta 1966 cuando, insatisfecho con el clima político de su país, tomó la decisión de emigrar. Por unos pocos años enseñó en universidades de México, Estados Unidos y Alemania. En 1966 se instaló en Montreal, Canadá, donde enseña en la Universidad McGill desde entonces.

Sus intereses son tan diversos como amplia su obra, que se sitúa en la intersección de la filosofía con la ciencia y abarca la filosofía general (ontología, lógica, epistemología, semántica y ética) así como aplicada (física, biología, psicología y ciencias sociales), sin eludir consideraciones a la filosofía de la lógica y las matemáticas como fundamento no sólo del quehacer científico sino también filosófico. En este sentido ha sido fundador de la Sociedad para la Filosofía Exacta ([SEP- Society for Exact Philosophy] <http://web.phil.ufl.edu/SEP/>), que procura precisamente emplear solamente conceptos exactos, definidos mediante la lógica o la matemática. Intenta combatir de esa manera la ambigüedad y la imprecisión característica de los filósofos postmodernos (especialmente hermenéuticos) y provoca (a la vez que estimula) el tratamiento de problemas no triviales como contraste con la gigantesca producción filosófica libresca que interpreta recursivamente las opiniones de otros filósofos o que "juega" con objetos ideales o "mundos posibles".

Su posición crítica está balanceada por sus aportes originales y por el planteamiento de caminos de "reconstrucción" filosófica.

Su libro *La ciencia, su método y su filosofía* (1960), donde introduce las bases del método científico y su aplicación en el campo del saber, ha llegado a ser un clásico en

su género. Pero si se desea obtener una perspectiva profunda de su concepción filosófica sin pasar por el extenso *Treatise*, posiblemente la opción más recomendable sea su manual *La investigación científica*, publicado por primera vez en inglés en 1967, cuya traducción ha sido reimpressa con correcciones por Siglo XXI Editores de México, en 2000.

## 2.5 Pensamiento de Mario Bunge

### 2.5.1 El sistemismo

Bunge es abiertamente sistemista. El sistemismo ontológico postula que el mundo es un sistema de sistemas, es decir, postula que toda cosa concreta es un sistema o componente de algún sistema. Un sistema, a su vez, es un objeto complejo cuyas partes están relacionadas entre sí por medio de vínculos pertenecientes a un nivel determinado. Por ejemplo, en el nivel atómico, un átomo es un sistema compuesto por protones, neutrones y electrones vinculados por fuerzas físicas (nucleares y electromagnéticas). Una sociedad humana, en cambio, es un sistema compuesto por personas y diversos subsistemas sociales unidos entre sí por vínculos de varios tipos: biológicos, políticos, económicos, etc.

Bunge sostiene que para explicar un sistema, sea físico, químico, biológico, psicológico o social es necesario describir su composición, entorno, estructura y mecanismo. La composición de un sistema es la colección de sus partes (protones, neutrones y electrones en el sistema atómico; personas, empresas, clubes y "barra" de amigos en el sistema social) y se los llama componentes; el entorno es la colección de cosas que modifican a los componentes o que resultan modificados por ellos pero que no pertenecen a la composición (fotones que excitan al átomo y el trigo que el hombre convierte en pan); la estructura es la colección de los vínculos que establecen los componentes. Los vínculos que se dan entre los componentes de un sistema pertenecen a la *endoestructura*, mientras que los establecidos entre los componentes y elementos del entorno a la *exoestructura*. El mecanismo, es la colección de procesos que se dan dentro de un sistema y que lo hacen cambiar en algún aspecto (el mecanismo de radiación electromagnética de un átomo es un proceso en el que un electrón cambia de

estado de energía, el comercio es un mecanismo económico de los sistemas sociales humanos).

### 2.5.2 La crítica de Mario Bunge al psicoanálisis

El profesor Bunge ha atacado vigorosamente al psicoanálisis y la psicoterapia en numerosas oportunidades. Las razones que ha ofrecido pueden agruparse en dos tipos: razones metodológicas y pruebas empíricas. Las primeras constituyen una crítica al *modo de proceder* de los investigadores que han desarrollado el psicoanálisis, desde Freud hasta nuestros días. Ese modo de proceder, afirma Bunge, está reñido con los requisitos mínimos aceptados por la comunidad científica internacional para considerar que una investigación es científica. En otras palabras, los psicoanalistas no utilizarían la estrategia general de indagación conocida como método científico. Las razones del segundo tipo muestran que los datos no apoyan las ideas psicoanalíticas<sup>1 2 3 4</sup>. Bunge considera que el psicoanálisis es una pseudociencia<sup>5</sup>

Sin duda, vastas y fructíferas resultan la vida y la obra del filósofo Mario Bunge. Quien a pesar de límites, se sobrepone dejando una noble herencia a nuestra generación: *Ser, Saber y Hacer*. En ese orden, para nada fortuito, y únicamente y siempre en ese orden. De lo contrario, el caos, la ruina epistemológica, y también, aunque a primera vista no lo parezca, la ruina moral. Que es etimológicamente, la ruina de las "costumbres", es decir, de los hábitos cotidianos que el hombre manifiesta y aplica.

Una moral -unos hábitos- que valgan la pena, son aquellos que proceden del ejercicio pleno de la hominidad, que parte primero de la consciencia de Ser, inmediatamente nos traslada al conocimiento que procede del desarrollo autoconsciente de la razón y sólo entonces y desde allí se aboca a la acción, el Hacer.

---

<sup>1</sup> Bunge, M. (2002) Crisis y reconstrucción de la filosofía. Barcelona, Gedisa, pp. 232-237.

<sup>2</sup> Bunge, M. (2006) "Psicoanálisis a un siglo de distancia". En 100 Ideas. El libro para pensar y discutir en el café. Buenos Aires, Sudamericana. Pp. 200-205.

<sup>3</sup> Bunge, M. & R. Ardila (2002) Filosofía de la psicología. 2º ed. México, Siglo XXI Editores.

<sup>4</sup> Bunge, M. & R. Ardila (2002) Filosofía de la psicología. 2º ed. México, Siglo XXI Editores.

<sup>5</sup> Bunge, M. (2002) Crisis y reconstrucción de la filosofía. Barcelona, Gedisa, pp. 209-246

Inviértase de cualquier manera esta ecuación y sobreviene, por ejemplo... un México que tenemos hoy. Un México al que le hace falta urgentemente conocer y aplicar lo que Mario Bunge ha propuesto a lo largo de 60 años de investigación. Profundizaré, ahora en este legado de nuestro autor, revelando cómo se concibe el principio de la didáctica bungeana, en el capítulo tres.

*"Nada hay más práctico que una buena teoría" (Anónimo)*

### 3. EPISTEMOLOGÍA Y DIDÁCTICA

#### 3.1 Introducción

Hacia una teoría de la didáctica bungeana<sup>6</sup>

*"Nada hay más práctico que una buena teoría" (Anónimo)*

#### *Componentes y relaciones de la Didáctica de la Matemática con otras disciplinas*

Interesa, en primer lugar, realizar una clarificación terminológica. Si bien el término educación es más amplio que didáctica y, por tanto, se puede distinguir entre Educación Matemática y Didáctica de la Matemática, sin embargo, en el mundo anglosajón se emplea la expresión "Mathematics Education" para referirse al área de conocimiento que en Francia, Alemania, España, etc. se denomina Didáctica de la Matemática. En este trabajo continuaremos usando ambas expresiones como sinónimas.

También es necesario tener presente que quien la Educación Matemática admite, además, que puede considerarse a la vez como disciplina científica y como sistema instruccional que trasciende a la teoría, desarrollo y práctica.

Siendo (1991) necesario explicar el diagrama de la Figura 1 la disciplina Educación Matemática (EM) que está descrita, formando parte de él, con otro sistema complejo social que llamaremos Sistema de Enseñanza de la Matemática (SEM) - denominado

<sup>6</sup> En: A. Gutierrez (Ed.), *Área de Conocimiento: Didáctica de la Matemática*. (pp. 105-148)

### 3.1 Introducción

La teoría del conocimiento es la parte de la filosofía que estudia la naturaleza, origen y valor del conocimiento. Se usa también la denominación de epistemología para esta disciplina, si bien algunos autores como Bunge (1985a) identifican la epistemología con la filosofía de la ciencia: "*rama de la filosofía que estudia la investigación científica y su producto, el conocimiento científico*".

El objetivo de este capítulo es analizar el estado actual, desde el punto de vista epistemológico, de la Didáctica de la Matemática, tratando de situarla en el contexto de las disciplinas científicas en general y de las ciencias de la educación en particular para tratar de dar una respuesta a preguntas como las siguientes: ¿Existen teorías específicas acerca de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, o son apropiadas y suficientes las teorías más generales de tipo psicopedagógico?; ¿los conocimientos didácticos son de naturaleza científica, tecnológica o técnica?. Se trata, pues, de una reflexión sobre el campo de la Didáctica de la Matemática en la línea sugerida por Kilpatrick (1985).

#### *Componentes y relaciones de la Didáctica de la Matemática con otras disciplinas*

Interesa, en primer lugar, realizar una clarificación terminológica. Si bien el término educación es más amplio que didáctica y, por tanto, se puede distinguir entre Educación Matemática y Didáctica de la Matemática, sin embargo, en el mundo anglosajón se emplea la expresión "Mathematics Education" para referirse al área de conocimiento que en Francia, Alemania, España, etc. se denomina Didáctica de la Matemática. En este trabajo tomaremos ambas denominaciones como sinónimas.

También, las identifica Steiner (1985) para quien la Educación Matemática admite, además, una interpretación global dialéctica como disciplina científica y como sistema social interactivo que comprende teoría, desarrollo y práctica.

Steiner (1990) representa mediante el diagrama de la Figura 1 la disciplina Educación Matemática (EM) que está relacionada, formando parte de él, con otro sistema complejo social que llamaremos Sistema de Enseñanza de la Matemática (SEM) - denominado por Steiner "Educación Matemática y Enseñanza" -, representado en el diagrama por el círculo de trazo más grueso exterior a la EM. En dicho sistema se identifican

subsistemas componentes como:

- a. La propia clase de matemáticas (CM)
  - b. La formación de profesores (FP)
  - c. Desarrollo del currículo (DC)
  - d. La propia clase de matemáticas (CM)
  - e. La propia Educación Matemática (EM), como una institución que forma parte del SEM.
- ...

La figura también representa las ciencias referenciales para la Educación Matemática tales como:

- f. Matemáticas (M)
- g. Epistemología y filosofía de las matemáticas (EFM) - Historia de las matemáticas (HM)
- h. Psicología (PS)
- i. Sociología (SO)
- j. Pedagogía (PE), etc.

En una nueva corona exterior Steiner sitúa todo el sistema social relacionado con la comunicación de las matemáticas, en el que identifica nuevas áreas de interés para la Educación Matemática, como la problemática del "nuevo aprendizaje en sociedad" (NAS) inducido por el uso de ordenadores como medio de enseñanza de ideas y destrezas matemáticas fuera del contexto escolar. También sitúa en esta esfera las cuestiones derivadas del estudio de las interrelaciones entre la Educación Matemática y la Educación en Ciencias Experimentales (ECE).

La actividad de teorización (TEM) es vista por Steiner como un componente de la Educación Matemática, y por ende del sistema más amplio que hemos denominado SEM que constituye el sistema de enseñanza de las matemáticas. La posición de TEM debería situarse en un plano exterior ya que debe contemplar y analizar en su totalidad el rico sistema global.

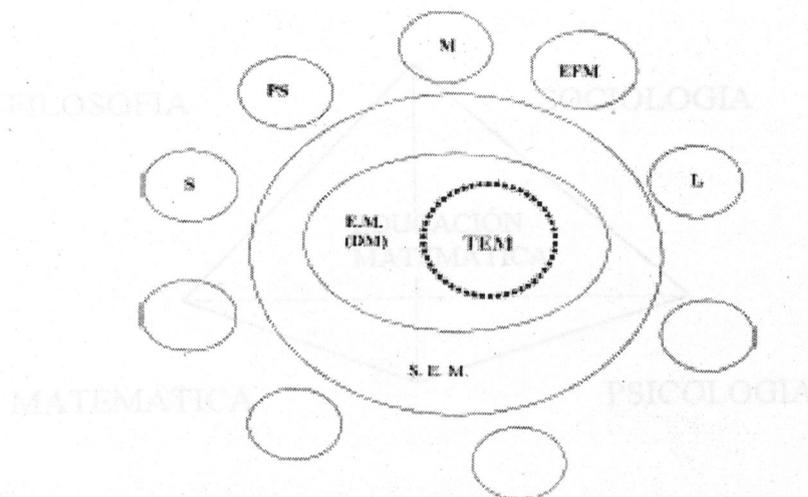


Figura 2. Modelo Higgsinson para la Educación Matemática

**SEM:** Sistema de enseñanza de las matemáticas (formación de profesores, desarrollo curricular, materiales didácticos, evolución, etc)

**EM:** Educación matemática (o didáctica de la matemática)

**TEM:** Teoría de la Educación matemática

**M:** Matemáticas

**EFEM:** Epistemología y filosofía de las matemáticas

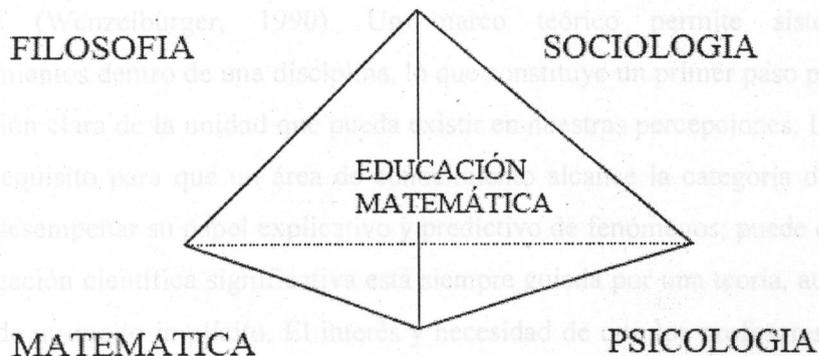
**PS:** Psicología

**L:** Lingüística

Etc.

Figura 1. Relaciones de la Didáctica de la Matemática con otras disciplinas y sistemas (Steiner, 1990)

Otro modelo de las relaciones de la Educación Matemática con otras disciplinas es propuesto por Higgsinson (1980), quien considera a la matemática, psicología, sociología y filosofía como las cuatro disciplinas fundacionales de ésta. Visualiza la Educación Matemática en términos de las interacciones entre los distintos elementos del tetraedro cuyas caras son dichas cuatro disciplinas (Figura 2).



**Figura 2.** Modelo tetraédrico de Higginson para la Educación Matemática

Estas distintas dimensiones de la Educación Matemática asumen las preguntas básicas que se plantean en nuestro campo:

¿Qué enseñar?: matemáticas.

¿Por qué?: filosofía

¿A quién y donde? sociología

¿Cuándo y cómo?: psicología

En el trabajo citado Higginson describe, asimismo, las aplicaciones del modelo para clarificar aspectos tan fundamentales como:

- a. La comprensión de posturas tradicionales sobre la enseñanza- aprendizaje de las matemáticas;
- b. La comprensión de las causas que han producido los cambios curriculares en el pasado y la previsión de los cambios futuros;
- c. El cambio de concepciones sobre la investigación y sobre la preparación de profesores.

### **Interés de la teorización en Didáctica**

Considero necesario adelantar unas palabras que predispongan al lector a favor de los planteamientos teóricos en un área de conocimiento de la que se espera que aporte con urgencia soluciones prácticas a los problemas cotidianos del profesor de matemáticas.

La necesidad de construir teorías es evidente, ya que constituyen una guía para el planteamiento de problemas de investigación y para interpretar los resultados de las mismas (Wenzelburger, 1990). Un marco teórico permite sistematizar los conocimientos dentro de una disciplina, lo que constituye un primer paso para conseguir una visión clara de la unidad que pueda existir en nuestras percepciones. La teorización es un requisito para que un área de conocimiento alcance la categoría de científica y pueda desempeñar su papel explicativo y predictivo de fenómenos; puede decirse que la investigación científica significativa está siempre guiada por una teoría, aunque a veces lo sea de un modo implícito. El interés y necesidad de que los profesores cuenten con las teorías firmemente basadas en datos empíricos es, asimismo, resaltado por A. Orton (1988).

Como afirma Mosterín (1987, p. 146), "gracias a las teorías introducimos orden conceptual en el caos de un mundo confuso e informe, reducimos el cambio a fórmula, suministramos a la historia (que sin teoría correría el riesgo de perderse en la maraña de los datos) instrumentos de extrapolación y explicación y, en definitiva, entendemos y dominamos el mundo aunque sea con un entendimiento y un dominio siempre inseguros y problemáticos". Este mismo autor nos proporciona una sugestiva metáfora que nos ayuda a no atribuir a las teorías una verdadera realidad independiente de nosotros mismos: "Somos como las arañas, y las teorías son como las redes o telas de araña con que tratamos de captar y capturar el mundo. No hay que confundir estas redes o telas de araña con el mundo real, pero, sin ellas ¡cuanto más alejados estaríamos de poder captarlo y en último término, gozarlo!

La existencia de un Grupo de Trabajo con el nombre de "Teoría de la Educación Matemática", constituido en el V Congreso Internacional de Educación Matemática celebrado en Adelaida (Australia) en 1984, podría indicar que en este campo la teoría tiene ya una existencia clara y estabilizada. No es este el caso; a lo sumo podemos afirmar que existe un deseo y una necesidad, en una comunidad de investigadores, de que tal teoría sea posible. Lo que en la actualidad podemos encontrar, como es lógico en cualquier disciplina naciente, son diversas teorías parciales, inconexas, y más o menos dependientes de otras teorías generales de carácter psico-pedagógico; una parte importante de este capítulo, la sección siguiente se dedica a la presentación de las

corrientes de investigación más relevantes, materializadas en grupos existentes en la actualidad con una cierta cohesión en Didáctica de la Matemática.

La valoración del carácter científico de un campo de conocimiento no es una cuestión sencilla ya que existen distintas corrientes epistemológicas en teoría de la ciencia. Por este motivo, hemos creído necesario incluir una sección en la que hacemos una breve exposición de la noción de teoría y de sus tipos según su grado de generalidad. También presentamos unos conceptos básicos de tres concepciones epistemológicas que nos parecen relevantes para situar nuestro análisis de la Didáctica de la Matemática: las correspondientes a Kuhn, Lakatos y Bunge. El problema de la elección racional entre distintas teorías sobre unos mismos problemas básicos precisa de criterios epistemológicos, como se pone de manifiesto en el trabajo de R.E. Orton (1988). Este autor utiliza las ideas de Kuhn y Lakatos para comprender las diferencias entre dos teorías psicológicas - constructivismo y procesamiento de la información - en términos de su carácter más o menos progresivo y para estudiar la "inconmensurabilidad" de sus respectivas hipótesis.

### 3.2 Teorías científicas y sus tipos

Con frecuencia el término teoría se aplica con distintos sentidos y grados de generalidad. El filósofo de la ciencia Nagel diferencia cuatro sentidos para el término teoría. En su significado más general, una teoría es un sistema de enunciados, frecuentemente universales y relativos a distintos aspectos de fenómenos complejos, capaces de explicar algunas regularidades empíricamente establecidas a partir de sucesos observados y, en muchos casos, de predecir con distintos grados de precisión cierta clase de ocurrencias individuales. Ejemplos de esta clase de teorías serían la mecánica de Newton, la teoría de la evolución, etc.

Un segundo sentido de teoría se refiere a "una ley o generalización que afirma alguna relación de dependencia entre variables" que puede adoptar una forma estrictamente universal o tener un alcance estadístico. Como ejemplo Nagel cita la ley de Boyle.

Una tercera acepción no se refiere a un conjunto de enunciados sistemáticamente integrados ni a una única generalización estrictamente formada, sino más bien a la identificación de "una clase de factores o variables que por distintas razones se suponen

constituyen los determinantes principales de los fenómenos que se investigan en una disciplina determinada. La teoría económica de Keynes se puede citar como ejemplo.

El cuarto sentido atribuido por Nagel a una teoría se refiere a cualquier análisis más o menos sistemático de un conjunto de conceptos relacionados. Este es el caso de la teoría del conocimiento en filosofía.

Burkhardt (1988) hace una distinción interesante entre las teorías que denomina fenomenológicas y teorías fundamentales. Las teorías fenomenológicas son las que surgen directamente de los datos, constituyendo un modelo descriptivo de una porción particular de fenómenos. Se caracterizan por el rango limitado de objetos a los que se aplican, pero son detalladas y específicas en sus descripciones y predicciones, resultando con frecuencia de utilidad en el diseño del currículo y en la comprensión de los fenómenos que ocurren por su proximidad a la realidad.

Una teoría de tipo fundamental es una estructura conceptual de variables y relaciones entre ellas que comprende los aspectos esenciales de un conjunto de fenómenos. Tiene un carácter descriptivo y productivo y es completa dentro de un dominio bien delimitado. Se trata, por tanto, de modelos analíticos que tratan de explicar un rango amplio de fenómenos en términos de unos pocos conceptos básicos. Esta definición se ajusta a ciertos casos típicos de los campos de la física y biología, como la mecánica de Newton, la teoría genética de Mendel, etc. y coincide con el sentido más general atribuido por Nagel.

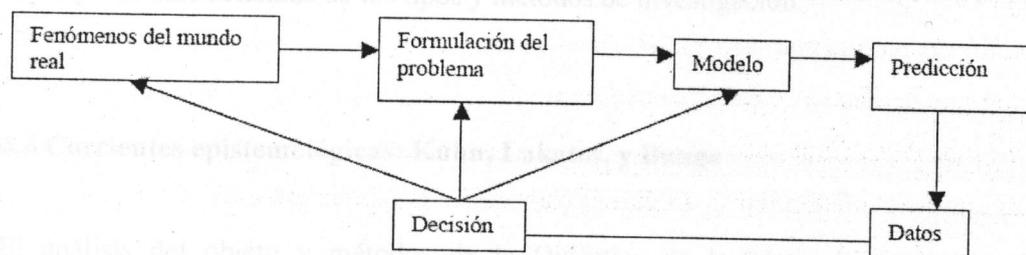
Para el caso de las ciencias humanas, Burkhardt se pregunta acerca de la naturaleza y alcance de teorías como el conductismo, constructivismo y teorías del desarrollo. Considera que aunque proporcionan estructuras para comprender los fenómenos, no son completas en un dominio limitado, y por tanto, deben ser usadas a sabiendas de que se presentan sin mecanismos establecidos para su integración fiable en un modelo predictivo. Las considera descripciones peligrosamente simples de sistemas complejos.

En términos de las ciencias físicas no pueden considerarse como teorías ni incluso como modelos, sino como descripción de efectos - aspectos válidos de un sistema de

conducta que es preciso tener en cuenta, pero que son cada una de ellas, en sí mismas, inadecuadas y engañosas.

Termina Burkhardt su reflexión sobre las teorías con una pregunta crucial para nuestro problema: ¿Existe alguna expectativa de una teoría fundamental de la Educación Matemática?. A pesar de que ve actualmente esta posibilidad como remota y no se considera capacitado para analizar los intentos actuales, personalmente intuimos el inicio de un camino en este sentido en los esfuerzos teóricos que se están llevando a cabo por la escuela francesa de Didáctica de la Matemática que expondremos en la Sección 2.3.

La Figura 3 resume el proceso de construcción del conocimiento científico según Romberg (1988).



**Figura 3.** Componentes en la construcción de teorías según Romberg

La raíz del proceso de teorización está en los fenómenos del mundo real que interesa estudiar, en nuestro caso, los relativos a la enseñanza aprendizaje de las matemáticas en contextos escolares y sus interdependencias y relaciones con el sistema social. La formulación del problema implica la identificación de variables claves, usando un vocabulario y un conjunto de enunciados causales sobre el fenómeno. Estos enunciados se organizan con frecuencia en términos de modelos causales.

Una predicción es un enunciado sobre los datos que se espera observar bajo las hipótesis de que el modelo sea verdadero. Estos datos pueden provenir de diseños

experimentales en que se garantice el control de las variables o de observaciones naturalistas, y serán comparados con los resultados o hipótesis previstas. La naturaleza esencialmente estocástica de los fenómenos educativos obligará al empleo de métodos estadísticos para poder adoptar una decisión acerca de la concordancia de los datos con el modelo.

El esquema de Romberg corresponde básicamente al enfoque clásico o confirmatorio de la investigación, que ha estado generalmente asociado con los métodos cuantitativos. A veces la complejidad del problema hace necesario, una vez formulado éste y previamente a la construcción de un modelo, una toma de datos, que se analizan desde todas las perspectivas posibles en un enfoque exploratorio, buscando teorías que los expliquen.

Generalmente este enfoque se emplea en la investigación cualitativa. Remitimos al lector al capítulo de este libro dedicado a los métodos de investigación para una descripción más detallada de los tipos y métodos de investigación.

### **3.3 Corrientes epistemológicas: Kuhn, Lakatos, y Bunge**

El análisis del objeto y métodos de la Didáctica de la Matemática y su posible demarcación de otros campos de conocimiento (didáctica general, pedagogía, psicología, ...) es un tema propio de la epistemología.

Como se ha indicado, esta rama de la filosofía estudia, precisamente, la constitución de los conocimientos científicos que se consideran válidos, abarcando los problemas de demarcación de la ciencia y el estudio del desarrollo del conocimiento científico.

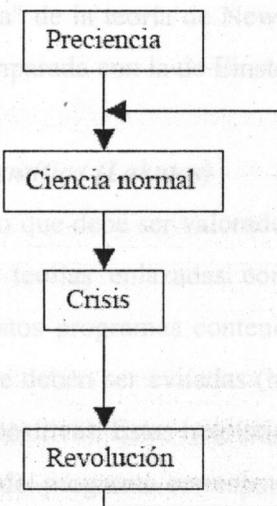
Expondremos, brevemente, algunos aspectos de las concepciones epistemológicas de Kuhn, Lakatos, y Bunge que pueden servirnos de guía en nuestro esbozo de estudio del significado de la Didáctica de la Matemática. El lector interesado en estas cuestiones puede encontrar una síntesis asequible y más completa de las corrientes epistemológicas en Chalmers (1986), o en Benedito (1987) donde se aplica al estudio del estatuto epistemológico de la didáctica general.

La formación de una ciencia se estructura finalmente cuando una comunidad se dedica a adherirse a un solo paradigma, pero va precedida por una fase de actividades relativamente desorganizada de preciencia inmadura en la que falta un acuerdo en aspectos fundamentales. Según Kuhn, la preciencia se caracteriza por el total

### **Los paradigmas según Kuhn**

Un rasgo característico de la teoría epistemológica defendida por Kuhn (1975) es la importancia que atribuye al carácter revolucionario del progreso científico, en el que una revolución supone el abandono de una estructura teórica y su reemplazo por otra, incompatible con la anterior.

La imagen que tiene Kuhn de cómo progresa una ciencia se puede resumir en el esquema de la Figura 4:



**Figura 4. Progreso de la ciencia (Kuhn)**

La noción que guía la aportación de Kuhn a la Teoría de la Ciencia es la de paradigma. Si bien en su obra principal "La estructura de las revoluciones científicas", incorpora hasta 22 usos distintos del término paradigma, la concepción predominante es el conjunto o red de hipótesis teóricas generales, leyes y técnicas para su aplicación, compartidas por los miembros de una comunidad científica, implicando una cierta coincidencia en sus juicios profesionales.

La formación de una ciencia se estructura finalmente cuando una comunidad científica se adhiere a un solo paradigma, pero va precedida por una fase de actividad relativamente desorganizada de preciencia inmadura en la que falta un acuerdo en aspectos fundamentales. Según Kuhn, la preciencia se caracteriza por el total desacuerdo y el constante debate de lo fundamental; habrá casi tantas teorías como investigadores haya en el campo y cada teórico se verá obligado a comenzar de nuevo y a justificar su propio enfoque.

Otro rasgo de la concepción epistemológica de Kuhn es el carácter de inconmensurables que atribuye a los paradigmas. Los científicos que comparten un cierto paradigma no pueden discutir las ideas de otro distinto de un modo imparcial y racional. Aunque una cierta teoría precursora pueda ser considerada como un caso especial de otra posterior, debe ser transformada de algún modo para poder ser comparada. Por ejemplo, los conceptos de "masa" y "energía" de la teoría de Newton deben cambiar su significado para que la teoría pueda ser comparada con la de Einstein.

### ***Programas de investigación científica (Lakatos)***

Lakatos (1975) considera que lo que debe ser valorado como científico no es una teoría aislada sino una sucesión de teorías enlazadas con un criterio de continuidad en programas de investigación. Estos programas contendrán reglas metodológicas acerca de las vías de investigación que deben ser evitadas (heurística negativa) y los caminos que deben seguirse (heurística positiva). Estas heurísticas proporcionan una definición implícita del marco conceptual del programa correspondiente, el cual incluirá:

- un núcleo firme o "centro firme" del programa;
- un cinturón protector de hipótesis auxiliares;
- la heurística, o conjunto de procedimientos aplicables a la solución de los problemas.

La diferenciación entre programas de investigación competitivos se hará teniendo en cuenta su potencial respectivo para descubrir nuevos fenómenos y el poder explicativo que proporcionen. Un nuevo programa de investigación supone un cambio progresivo de problemática, mientras que la degeneración de un programa viene dada por la proliferación de hechos contradictorios.

Lakatos considera que los programas de investigación pueden estar basados en hipótesis "incommensurables", pero estas tendrán distintos "frutos" en cuanto a resultados científicos, y, en consecuencia, se pueden comparar sobre la base de su progreso relativo. Una teoría supondrá un progreso si cumple tres requisitos:

- a. La nueva teoría hace predicciones que no hacía su predecesora;
- b. Algunas de estas nuevas predicciones se han podido corroborar;
- c. La nueva teoría puede explicar los hechos que no podía explicar su predecesora.

Comunidad de científicos que cultivan C

Aunque el "núcleo firme de una teoría" - por ejemplo, el desarrollo tiene lugar por etapas, en la teoría de Piaget - no se pueda con frecuencia contrastar, sin embargo, es posible determinar (al menos en principio) si un programa cumple los tres criterios de progresión, lo que permite evaluar la racionalidad del cambio científico.

realizables)

Para Lakatos el estado de ciencia madura implica la existencia de un programa de investigación y el de ciencia inmadura una secuencia de ensayos y errores. El estado de ciencia normal (en el sentido de Kuhn) estaría caracterizado por la existencia de un programa de investigación que ha conseguido el monopolio. La historia de la ciencia debe ser la de los programas de investigación o paradigmas que compiten entre sí, y no debe convertirse en una sucesión de períodos de ciencia normal; cuanto antes comience la competencia, mejor para el progreso científico. El pluralismo teórico es preferible al monismo, siendo bueno que algunos investigadores se aferren a un programa de investigación hasta que alcance su punto de saturación.

### ***Campos y líneas de investigación en la epistemología de Bunge***

Para Bunge (1985b) la ciencia es un cuerpo creciente de conocimientos que se caracteriza como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible. El conjunto de ideas establecidas provisionalmente forman el conocimiento científico. La investigación científica se puede realizar individualmente y sobre todo en el seno de comunidades científicas.

comunidad de científicos que cultivan C

Para dicho autor un campo de conocimiento puede caracterizarse como un sector de la actividad humana dirigido a obtener, difundir o utilizar conocimientos de alguna clase.

Las características que definen los campos de conocimiento las simboliza del siguiente modo:

$C = \{C, S, D, G, F, E, P, A, O, M\}$

cuyo significado es el siguiente:

C : comunidad de científicos que cultivan C;

S : sociedad;

D : dominio o universo del discurso (los objetos de estudio);

G : concepción general o filosofía inherente;

F : fondo formal (conjunto de herramientas lógicas o matemáticas utilizables);

E : fondo específico o conjunto de supuestos que toma de otros campos;

P : problemática, o colección de problemas abordables;

A : fondo específico de conocimientos acumulados;

O : objetivos o metas;

M : metódica o conjunto de métodos utilizables.

Distingue entre campos de creencias y de investigación. En los primeros (religiones, ideologías políticas, ...) el cambio en las ideas se produce sólo como consecuencia de presuntas revelaciones, de controversias o de presiones sociales. Los campos de investigación cambian incesantemente de resultados de la propia investigación, por el flujo permanente de los distintos proyectos de investigación.

Las tres primeras componentes de C, comunidad de investigadores, sociedad que los apoya y dominio de objetos que estudian constituyen el marco material de un campo de investigación, mientras que las restantes constituyen el marco conceptual.

Todo campo de investigación puede analizarse como un conjunto de líneas de investigación en proceso de diseño o de realización, en las cuales estará presente cada componente de C. Usando esta formalización se puede hablar de líneas de investigación complementarias, en competencia, originales, revolucionarias o contrarrevolucionarias.

Es de interés también para analizar el estatuto epistemológico de la Didáctica de la Matemática el estudio de las nociones de técnica y tecnología.

Como afirma Benedito (1987) la acción técnica es un modo de actuar empírico, artesanal y precientífico; es una combinación de experiencia (más o menos rutinaria), de tradición y de intuición. La tecnología es la técnica que emplea o se basa en el conocimiento científico. Bunge (1985b, p. 33) propone la siguiente definición de tecnología:

*"...el vastísimo campo de la investigación, diseño y planificación que utiliza conocimientos científicos con el fin de controlar cosas o procesos naturales, de diseñar artefactos o procesos o de concebir operaciones de manera racional. En este sentido amplio, la medicina y la agronomía son biotecnologías, al par que las ciencia de la educación y de la administración son sociotecnologías".*

#### ***A modo de síntesis: Reflexiones sobre la Didáctica de la Matemática***

De la exposición que hemos hecho sobre corrientes epistemológicas se desprende que las teorías científicas no pueden ser realizaciones individuales ni hechos aislados; debe haber una comunidad de personas entre las que exista un acuerdo, al menos implícito, sobre los problemas significativos de investigación y los procedimientos aceptables de plantearlos y resolverlos. Es preciso compaginar la autonomía personal en la elaboración de ideas y conceptos nuevos con la necesidad de que estas ideas sean contrastadas y compartidas. Las teorías son pues frutos o consecuencias de las líneas de investigación sostenidas por una comunidad mas o menos grande de especialistas en un campo determinado.

Romberg (1988), de acuerdo con los requisitos exigidos por Kuhn para que un campo de investigación se encuentre en el camino hacia la "ciencia normal", afirma que es necesario que se den las siguientes circunstancias:

- 1) Debe existir un grupo de investigadores con intereses comunes acerca de las interrelaciones existente entre distintos aspectos de un fenómeno complejo del mundo

real. Por tanto, debe haber una cuestión central (o dominio) que guíe el trabajo de dicha comunidad particular de especialistas.

2) Las explicaciones dadas por la teoría deben ser enunciados sobre la causalidad, de modo que sea posible realizar predicciones acerca del fenómeno.

3) Los enunciados se hacen según un vocabulario y una sintaxis sobre la que el grupo está de acuerdo. Existen, además, unos procedimientos aceptados por el grupo de investigadores para probar los enunciados, esto es, para aceptar o rechazar las proposiciones. Los conceptos, proposiciones y teorías de las ciencias se distinguen de los constructos no científicos en que satisfacen los criterios marcados por las reglas del método científico y del razonamiento lógico y están aceptados por las comunidades científicas.

Nos parece muy sugestiva la metáfora usada por Romberg según la cual la construcción de una teoría requiere la combinación de distintos "ingredientes", como si se tratara de una receta para elaborar un pastel: cada elemento puede ser identificado independientemente, pero son necesarias unas condiciones adecuadas y una correcta combinación. Para el caso de la Teoría de la Educación Matemática los "ingredientes" que deben integrarse son: "Un grupo de investigadores interesados en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en contextos escolares, que plantean predicciones de tipo causal, enunciados en un vocabulario compartido y que desean probar estas predicciones según procedimientos acordados" (p. 108)

Desde nuestro punto de vista, la exigencia de que exista una comunidad de especialistas que compartan una red de hipótesis y concepciones acerca del planteamiento de los problemas y de los métodos aceptables de resolución, esto es, un único paradigma en el sentido de Kuhn, nos parece demasiado fuerte. Como argumenta Shulman (1986), para el caso de las ciencias sociales y humanas y, por tanto, para la Educación Matemática, la coexistencia de escuelas competitivas de pensamiento puede verse como un estado natural y bastante maduro en estos campos ya que favorece el desarrollo de una variedad de estrategias de investigación y el enfoque de los problemas desde distintas perspectivas. La complejidad de los fenómenos puede precisar la coexistencia de distintos programas de investigación, cada uno sustentado por paradigmas diferentes, con frecuencia mezcla de los considerados como idóneos para otras disciplinas.

El enfoque epistemológico de Bunge, con su concepción de haces de líneas de investigación competitivas en un campo científico, parece más apropiado para valorar el estado actual del campo de la Didáctica de la Matemática.

### 3.4 La didáctica de la matemática como disciplina científica

Al reflexionar sobre la posibilidad de construir un "área de conocimiento", que explique y sirva de fundamento a la comunicación y adquisición de los contenidos matemáticos, observamos que las didácticas especiales aparecen frecuentemente clasificadas como "capítulos" o enfoques diferenciales de la didáctica, negándoles el calificativo de ciencias de la educación propiamente dichas (Benedito, 1987, p. 91). De este modo, estos autores las reducen a meros conocimientos técnicos o a la suma tecnológica, ya que el saber científico pertenecería al ámbito de la didáctica (general) o a la psicología de la educación.

La interconexión entre la didáctica (general) y especiales puede clarificarse teniendo en cuenta el análisis que hace **Bunge** (1985a, p. 181) de la relación teoría general y teoría específica. Según explica este autor, una teoría general, como indica su nombre, concierne a todo un género de objetos, en tanto que una teoría específica se refiere a una de las especies de tal género. Por cada teoría general  $G$  hay entonces toda una clase de teorías especiales  $E_i$ , donde  $i$  es un número natural. Cada una de estas teorías especiales  $E_i$  contiene la teoría general  $G$  y, además, ciertas hipótesis subsidiarias  $S_{ij}$  que describen las peculiaridades de la especie  $i$  de objetos a que se refiere. Simbólicamente se puede representar,

$$E_i = G \cup \{S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{in}\}$$

donde  $n$  es el número de hipótesis subsidiarias que caracterizan a la teoría específica  $E_i$  con respecto a la general  $G$ .

Suele decirse que la teoría general "abarca" a cada una de las teorías específicas correspondientes, en el sentido de que éstas se obtienen con sólo agregarle a  $G$  ciertas

premisas específicas. Pero, como Bunge afirma, es falso. Aunque se lea a menudo, que G contenga o implique a todas las teorías específicas E, mas bien es al revés. G se obtendría como la parte común (intersección) de todos los E. En otras palabras: dado un conjunto de teorías específicas, se puede extraer de éstas una teoría general con sólo suprimir todas las premisas particulares y dejar las suposiciones comunes a todas las teorías específicas.

Existen teorías generales del aprendizaje y teorías de la enseñanza.

Pero, cabe preguntarse ¿aprendizaje de qué?; ¿enseñanza de qué?. Los fenómenos del aprendizaje y de la enseñanza se refieren a conocimientos particulares y posiblemente la explicación y predicción de estos fenómenos depende de la especificidad de los conocimientos enseñados, además de factores psico-pedagógicos, sociales y culturales.

Esto es, los factores "saber a aprender" y "saber a enseñar" pueden implicar interacciones con los restantes, que obligue a cambiar sustancialmente la explicación de los fenómenos didácticos. La programación de la enseñanza, el desarrollo del currículo, la práctica de la Educación Matemática, precisa tener en cuenta esta especificidad.

La insuficiencia de las teorías didácticas generales lleva necesariamente a la superación de las mismas mediante la formulación de otras nuevas, más ajustadas a los fenómenos que se tratan de explicar y predecir. Incluso pueden surgir nuevos planteamientos, nuevas formulaciones más audaces que pueden revolucionar, por qué no, los cimientos de teorías establecidas.

El marco estrecho de las técnicas generales de instrucción (o incluso de la tecnología) no es apropiado para las teorías que se están construyendo por algunas líneas de investigación de la Didáctica de las Matemáticas. El matemático, reflexionando sobre los propios procesos de creación y comunicación de la matemática, se ha visto obligado a practicar el oficio de epistemólogo, psicólogo, sociólogo,... esto es, el oficio de didácta.

## 4. UNA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA INTEGRAL

### 4.1 Principio de la Filosofía de la ciencia

La filosofía de la ciencia constituye un campo de investigación relativamente joven y en constante expansión, un campo cuya fecundidad y relevancia responden a la naturaleza misma de su objeto de estudio. La reflexión crítica sobre la ciencia, así como una adecuada valoración de su impacto social y ambiental, exigen considerar el fenómeno científico en toda su complejidad, analizando sus diversas dimensiones y contextos.

Durante la primera mitad del siglo XX, los filósofos clásicos de la ciencia se enfocaron en los productos o resultados científicos, concentrando el análisis en cuestiones que atañen a las hipótesis y teorías que constituyen “conocimiento”: los métodos de prueba, los estándares de evaluación, la relación entre teoría y experiencia, la estructura lógica de las leyes y teorías, los modelos de explicación y predicción, la naturaleza del lenguaje de la ciencia, etc. Este conjunto de cuestiones, que caen bajo el “contexto de justificación”, nos remite a las dimensiones lógica, metodológica, epistemológica, ontológica y semántica de la ciencia, dimensiones que además de constituir el núcleo duro del análisis filosófico, desembocan en problemas de calado profundo como, por ejemplo, el problema de la racionalidad científica o el problema de la relación entre nuestro conocimiento y el mundo.

En los años sesenta, la filosofía de la ciencia amplía su horizonte de reflexión al considerar el proceso de producción de conocimiento en sus diversos aspectos. Este interés por los modos de hacer ciencia –por la actividad científica– surge con el reconocimiento de los cambios profundos que han marcado su desarrollo histórico, no sólo en el nivel de las teorías sino también en el de los métodos y los objetivos de la investigación. De aquí que la tarea de construir modelos de la dinámica científica haya adquirido un lugar central. Desde luego, a esta ampliación de la agenda filosófica contribuyeron tanto la consolidación de los estudios historiográficos como el desarrollo de otros estudios empíricos sobre la ciencia (sociológicos, psicológicos, antropológicos, evolutivos), con lo cual se abrió el camino hacia la “naturalización” de la filosofía de la ciencia.

Finalmente, la creciente vinculación entre ciencia y tecnología, además de estar generando un nuevo modo de investigar, ha permitido destacar el papel que cumplen los procesos de comunicación no sólo en el desarrollo mismo del conocimiento, sino también en la conformación del tipo de sociedad en que vivimos. Paralelamente, el impacto de largo y variado alcance de las aplicaciones tecno-científicas nos ha obligado a repensar la dimensión axiológica de esta actividad, sobre todo en su sentido moral y político, así como a rastrear en el tipo de valores que promueve en la esfera pública.

En suma, el universo en expansión de la filosofía de la ciencia, junto con la batería de herramientas conceptuales que en él se han ido forjando, hacen de este campo de investigación una plataforma muy adecuada para abordar las diversas facetas de “esa cosa llamada ciencia”. De aquí que la filosofía de la ciencia, además de columna vertebral de este trabajo, constituya ella misma una línea para realizar estudios mas profundos a nivel de especialización.

La filosofía de la matemática y lógica de la matemática.

Pese a ocupar un lugar sui-generis dentro de la ciencia, la matemática (y las ciencias formales en general) comparten muchos problemas filosóficos con el resto de las ciencias. Aun más, muchos de los problemas fundamentales de filosofía de la ciencia – no solo ontológicos, metafísicos o epistemológicos, sino también éticos, políticos, historiográficos, etc. – adquieren un nuevo carácter y resaltan muchas de sus aristas al aplicarse al caso de la matemática. Además de los problemas fundacionales clásicos – la existencia de los objetos matemáticos, los fundamentos del conocimiento matemático, el significado de su lenguaje, etc. –, el amplio campo de la filosofía de las matemáticas contemporánea incluye temas como la aplicabilidad, la naturaleza de las representaciones formales, el procesamiento cognitivo de conceptos matemáticos, su desarrollo histórico, etc. En esta línea se introduciría al complejo y fascinante campo de problemas filosóficos.

Además de ser objeto de estudio de la filosofía de la ciencia, las disciplinas formales también la han proveído de poderosas y sofisticadas herramientas de análisis y modelado. Resulta indispensable, por lo tanto, que el filósofo de la ciencia sea capaz de

usar e interpretar el uso de las herramientas formales en el estudio de la ciencia. Después de todo, muchos fenómenos cognitivos involucrados en el quehacer científico son inferenciales y el estudio de dichos fenómenos ha sido el campo de estudio de la lógica desde el inicio de su historia. La ciencia es campo de estudio natural para el análisis lógico. Uno de los objetivos principales de esta línea en consecuencia, es que se adquiera las herramientas y habilidades necesarias para construir, interpretar y criticar los estudios lógicos y formales de la ciencia.

#### 4.2 Crítica al positivismo

En cuanto a los aportes de Mario Bunge al positivismo, se presenta su opinión al respecto en un extracto de una entrevista que hicieron a Bunge en 1982 en el nº 14 de la revista El Basilisco y que también se encuentra en el libro Vistas y entrevistas de 1987.

*PREGUNTA: ...Parece que la trayectoria de sus libros sigue una dirección ascendente en la utilización de técnicas cada vez más formalizadas. Y eso supone, al menos desde un punto de vista externo (que no de su evolución intelectual interna), una cierta asunción de las técnicas formales que los positivistas llevaron a su máximo desarrollo, sobre todo en la línea de Carnap.*

*Pero también supondría, quizá, para un observador externo —repito—un retroceso respecto a sus posiciones originales que parecían más distanciadas del positivismo hasta el punto de haberse iniciado con una crítica de esa visión positivista. ¿Cómo ve Vd. internamente su evolución respecto a este punto?.*

*RESPUESTA: Sí. Me parece también una pregunta muy aguda. Yo adopto la forma del positivismo, pero no el contenido. Como Vd. muy bien dice, los positivistas intentaron hacer "filosofía exacta", pero en gran parte era vacía, porque no se ocupaban de ideas importantes. Por ejemplo, no se ocuparon para nada de la ontología, ni de la teoría de los valores, ni de la ética. Yo trato de formalizar algunas ideas de esas disciplinas. Además, los positivistas insistieron mucho y restringieron prácticamente su formalización a la teoría de la inducción.*

*Es lo único que les interesó. Pero la teoría de la inducción ya sabemos que no funciona. Porque existe inducción, ¡por supuesto, que hay inducción! ...pero las ciencias no son exclusivamente inductivas. Por añadidura, las teorías positivistas de la inducción pretendían que se pudiera reemplazar prácticamente el trabajo empírico de contrastación por alguno de los cálculos de lógica inductiva. Eran aprioristas, no eran positivistas en realidad. Y finalmente, el propio Carnap en la segunda edición de sus Foundations of Probability reconoce que esas probabilidades, de las que él trata, no son, en realidad, sino instrumentos para la toma de decisiones de ejecutivos y cosas así... de modo que no tienen realmente relación con la tarea o el quehacer diario del científico.*

*Por consiguiente, los positivistas practican una exactitud vacía. Hay mucho de eso. Creo que las mayor parte de los artículos que se publican hoy día en filosofía exacta,*

*en particular en el Journal of Philosophical Logic, son de este tipo: Son muy exactos, utilizan una herramienta matemática muy elaborada, pero no dicen nada interesante. El truco está, o mejor, la finalidad está en tratar ideas interesantes, por ejemplo, la idea de causalidad, la idea de azar, la idea de teoría o la idea de vida, o la idea de adquisición de conocimientos, en forma exacta; pero que el tema, el contenido sea interesante, no trivial.*

*PREGUNTA. Se comprende perfectamente su posición. Ahora...*

*RESPUESTA. Sin embargo, quisiera agregar...*

*PREGUNTA. Me permite... Es sobre lo mismo. Es que, tal como acaba de expresarse (a lo mejor en la agregación lo corrige), me da la impresión de que Vd. simplemente habría hecho una ampliación de la temática positivista. Por supuesto, se aparta de sus dogmas fundamentales, como pueda ser el rechazo de la ontología o la minusvaloración de los temas éticos, que ahora quedarían plenamente asumidos desde la nueva perspectiva suya. Pero la intención de la pregunta es otra. Se trata de los métodos mismos utilizados... desde una perspectiva gnoseológica. Se refiere a si esos métodos que, al tratar cuestiones epistemológicas, de teoría del conocimiento, en manos de los positivistas llegaron a convertirse en algo estéril, a pesar de que sí tenían un problema interesante entre las manos, por ejemplo, el problema de las relaciones entre teoría y experiencia, lo que pasa es que tratado quizás abstractamente y sin referirse a casos concretos de ciencia, pero el problema general si era interesante... En la medida en que en ellos esos desarrollos formales parecen estar ligados a su propia vacuidad, ¿no cabría esperar que esos métodos contagian quizá su mismo espíritu positivista a los contenidos?*

*RESPUESTA. No. Y le diré por qué no. Si se adopta una filosofía formalista de la matemática, entonces se está diciendo que la matemática es ajena a los contenidos, que la matemática es portátil de un campo del conocimiento a otro campo de conocimiento, que las mismas herramientas matemáticas que se usan en física pueden utilizarse, y muchas veces, de hecho, se utilizan, en la sociología e, incluso, en la filosofía. Por consiguiente, la matemática no tiene ningún compromiso ontológico, y menos aún, la lógica. Yo creo que es un error muy grave, el de Quine, creer que la lógica conlleva compromisos ontológicos. Es ontológicamente neutra y por eso mismo, puede aplicarse a cualquier campo...*

*Mi diferencia con respecto al positivismo no reside, entonces, en la tesis de la utilización o no de herramientas lógicas. Reside: primero, en que yo no estoy en la línea o en la tradición filosófica empirista y, por lo tanto, segundo, en que, a consecuencia de esto, admito ramas enteras de la filosofía que los positivistas se negaban a abordar. En suma, hay esas dos diferencias fundamentales.*

Así nos damos cuenta que actualmente esta de moda castigar al positivismo, en parte porque con frecuencia se opone al oscurantismo y en parte porque con frecuencia se opone al realismo y el materialismo. Que no quedan positivistas en la comunidad filosófica; los únicos positivistas en práctica se encuentran en las ramas atrasadas de las ciencias naturales y sociales, donde la principal ocupación sigue siendo la caza y recolección de datos.

### 4.3 Análisis integrista de la ciencia

#### 4.3.1 Estudios Filosóficos y Sociales de la Ciencia y la Tecnología

##### Historia de la Ciencia

La ciencia y la tecnología se han vuelto determinantes del desarrollo económico y social. Por diversas razones la historia de la ciencia es un área central para las humanidades contemporáneas. Por un lado es un eje central de los estudios de la ciencia y la tecnología, ya que aporta, junto con la sociología de la ciencia, la mayor parte de los estudios empíricos sobre los que es posible basar la reflexión y el análisis adecuado de las ciencias y la tecnología. La relación de la historia de la ciencia y la filosofía de la ciencia ha sido tradicionalmente una de competencia y fecundación mutua (se hablado de “matrimonio forzado”, pero también de “amor loco”), y el panorama hoy en día se ha ampliado para incluir a muchos otros estudios sobre la ciencia y la tecnología.

Por otro lado la historia de la ciencia aporta uno de los vínculos más fructíferos entre los ámbitos de la ciencias y las humanidades, al estar firmemente anclada en ambos. En sus tradiciones metodológicas y escriturales la historia incorpora el núcleo del pensamiento humanista occidental, mas cuando debe investigar el fenómeno científico en todas sus dimensiones se ve obligada a hacer espacio para los modos de entender y proceder de las ciencias y la tecnología. Eso hace de la práctica de la historia de la ciencia una actividad intelectual intensa, diversa y sumamente satisfactoria; además de útil.

Los años recientes atestiguaron un desarrollo dramático de los estudios en esta área, y nuestras imágenes de las ciencias y la tecnología se han visto enriquecidas y robustecidas con ello. Ya no es posible entender el fenómeno tecnocientífico sin ubicarlo en sus dimensiones históricas y geográficas. La historia de la ciencia ya no es sólo la historia de los grandes hombres y las grandes teorías; hoy se ha vuelto ineludible entender la historia de las ciencias y la tecnología en las diversidad de situaciones y contextos que de hecho se han dado y dan. La historia de la ciencia en México y en la región Iberoamericana ha crecido por tanto en importancia y en urgencia.

## 4.4 Proyección formativa de la filosofía de la Ciencia

### 4.4.1 Estudios Filosóficos y Sociales de la Ciencia y la Tecnología

La ciencia y la tecnología se han vuelto determinantes del desarrollo económico y cultural de las sociedades actuales, y de ellas depende en forma creciente el bienestar de un país y de sus ciudadanos. Hoy más que nunca la ciencia y la tecnología están produciendo impactos positivos y negativos en la sociedad y en el ambiente, al tiempo que constituyen uno de los principales recursos para la solución de problemas. A la vez, para su desarrollo dependen de que las sociedades inviertan en ellas sumas considerables de fondos públicos y privados.

Estos procesos han dado lugar a un modelo de sociedad que ha venido imponiéndose en las últimas décadas: la llamada “sociedad del conocimiento”, donde la generación de riqueza estaría principalmente basada en el control y el desarrollo de nuevas formas de producción y aprovechamiento del conocimiento. Uno de los principios rectores de la sociedad del conocimiento es que la ciencia y la tecnología son indispensables para lograr las condiciones materiales, ambientales, sociales y culturales, necesarias para garantizar el bienestar, una vida digna y una organización social justa para las presentes y futuras generaciones. Pero el fortalecimiento y el desarrollo de la ciencia y la tecnología por sí solos no son suficientes, es necesario articular estos sistemas con el resto de la sociedad con el fin de que puedan atenderse los problemas tal y como son percibidos y definidos por los afectados, y de manera que las soluciones sean aceptables para ellos, y no a partir de determinaciones que se hagan parcialmente y al margen de los interesados.

El propósito de esta línea de estudio es de ofrecer a los diferentes sectores sociales —las agencias del Estado, las empresas, los propios científicos y tecnólogos, y el ciudadano en general—, una visión integral de la ciencia y de la tecnología que permita su mejor comprensión, evaluación y aprovechamiento. Para ello se contarán con sólidos conocimientos filosóficos y científico-sociales sobre los procesos cognitivos y epistemológicos de la ciencia y la tecnología, sobre su estructura normativa y valorativa, sus aspectos lógicos, su desarrollo histórico, el diseño, gestión y evaluación de políticas científicas y tecnológicas, la problemática de su comunicación pública, así

como sobre la adecuada formación de profesores y de instituciones capaces de educar a los nuevos ciudadanos en una apropiada cultura científica y humanística.

Para lo anterior, se deberá adquirir el instrumental básico y actualizado de la filosofía, la historia y las ciencias sociales para comprender críticamente a la ciencia y la tecnología; sus condicionantes y sus implicaciones políticas, económicas, sociales, culturales, éticas y ambientales; para comprender y evaluar el papel de las instituciones de enseñanza y de investigación científica y tecnológica, de las instancias encargadas de promover la ciencia y la tecnología, así como para evaluar las políticas científicas y tecnológicas, su gestión y sus resultados. Tendrán también la preparación para debatir sobre los problemas axiológicos del desarrollo científico y tecnológico y sus aplicaciones, en particular, sobre cuestiones éticas y sobre el papel de la ciencia y de la tecnología en la generación, evaluación y gestión del riesgo, así como para discutir sobre la necesidad de abrir la ciencia y la tecnología a la comprensión ciudadana, a la participación social, y a la discusión pública y constructiva de los valores que en ellas entran en juego.

#### 4.4.2 Comunicación de la Ciencia

En una sociedad idealmente democrática, es indispensable que los ciudadanos tengan una buena comprensión de la ciencia y la tecnología, que entiendan el papel de éstas en la sociedad, y que conozcan los beneficios y riesgos que acompañan su desarrollo; todo lo anterior, con el fin de no quedar al margen de las discusiones sobre los problemas vitales, de modo que las soluciones a éstos sean aceptables para los involucrados. La necesidad de abrir la ciencia y la tecnología a la comprensión ciudadana, a la participación social y a la discusión pública, exige la adecuada formación de profesionales capaces de facilitar a los nuevos ciudadanos la apropiación de una cultura científica y humanística. Los sistemas de producción, transmisión y difusión de la ciencia y la tecnología se han vuelto tan complejos que su comprensión exige la formación de expertos en campos muy diversos pero estrechamente vinculados, como son el análisis filosófico de los procesos cognitivos y sus resultados, los estudios históricos y evolutivos de estos procesos y la comunicación pública de la ciencia. Dicha formación debe en particular permitir a los nuevos comunicadores de la ciencia conocer

y analizar diferentes aspectos de la ciencia y la tecnología (aspectos lógicos, epistemológicos, históricos, sociales) y de la transmisión de la cultura científica a diversos públicos, con el fin de desempeñarse adecuadamente en el terreno de la mediación entre el sistema científico-tecnológico y el resto de la sociedad. La línea de comunicación de la ciencia en Filosofía de la Ciencia se concentra en los procesos de comunicación pública de la ciencia, uno de los cuales es la divulgación. Se deberá adquirir las herramientas apropiadas (filosóficas, científico-sociales y de comunicación) para desempeñarse en este campo donde se entrecruzan ciencias y humanidades.

*Todo ser humano vive en el seno de una sociedad que incluye una cultura, y una cultura incluye uno o más campos del conocimiento.*

Con este argumento se puede analizar que el Sujeto entiende al conocimiento como la conexión en el campo antropológico, sociológico y psicológico.

Apartir de aquí con esta frase, que para investigar no hay que tener estrechez mental, la apertura permite que los nuevos conocimientos aparezcan.

La realidad de todos los días nos permite plantearnos cosas, que con ayuda de los conceptos, podemos definir e investigar que la vida y la sociedad es un continuo cambio y desarrollo.

*El Conocimiento Científico es Ficticio.* Toda posibilidad de reflexión tiene que partir de la intervención de la mente y allí se puede profundizar el conocimiento vulgar con un conocimiento más científico.

Es importante manifestar que la ciencia es el conocimiento racional, sistemático, exacto y verificable.

A medida que el ser humano avanza y recuerda la naturaleza, sometiéndola a sus necesidades va utilizando el método científico.

*El conocimiento científico trasciende los hechos.* Los científicos a través de sus investigaciones desean ir más allá de la apariencia para descubrir a la luz de la razón

1. Víctor Balaguer, Ciencia y Sociedad, Alianza Universidad Madrid, 1985, Pág. 41  
2. Víctor Balaguer, La Ciencia en México, Alianza Universidad, Madrid, 1991, Pág. 21  
3. Víctor Balaguer, La Ciencia en México, Alianza Universidad, Madrid, 1991, Pág. 23

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1 Objetivas

A través de este estudio pude percatarme del sistema de pensamiento de Mario Bunge logrando captar los aspectos antropológico, gnoseológico y metodológico de su concepción.

De sus distintos escritos resaltaré algunas cosas que considero relevantes para entender su lógica y exactitud, en su manera de entender la realidad empírica y racional.

*“ Todo ser humano nace en el seno de una sociedad que incluye una cultura, y toda cultura incluye uno o más campos del conocimiento”.*<sup>7</sup>

Con este argumento se puede analizar que el Sujeto entiende al conocimiento como la correlación en el campo ontológico, gnoseológico y psicológico.

Además expresa con esta frase, que para investigar no hay que tener estrechez mental, la apertura permite que los nuevos conocimientos aparezcan.

La realidad de todos los días nos permite plantearnos cosas, que con ayuda de los conceptos, podemos definir e interpretar: que la vida en sociedad es un continuo cambio y desarrollo.

*“El Conocimiento Científico es Fáctico”.*<sup>8</sup> Toda posibilidad de reflexión tiene que partir de la experiencia, a partir de allí se puede profundizar el conocimiento vulgar con un conocimiento más científico.

Es importante manifestar que la ciencia es el conocimiento racional, sistemático, exacto y verificable.

A medida que el ser humano amasa y remoldea la naturaleza, sometiéndola a sus necesidades va utilizando el método científico.

*“El conocimiento científico trasciende los hechos.”*<sup>9</sup> Los científicos a través de sus investigaciones desean ir más allá de la apariencia para descubrir a la luz de la razón

---

<sup>7</sup>Mario Bunge Ciencia y Seudociencia Alianza universidad Madrid 1985 Pag 43

<sup>8</sup> Mario Bunge La Ciencia su Método su Filosofía Ed Sudamericana 2001 Pag 21

<sup>9</sup> Mario Bunge La Ciencia su Método su Filosofía Ed Sudamericana 2001 Pag 23

causas primeras y últimas para que puedan ser contrastadas y verificadas para que la certeza de lo que existe, sea un dato empírico cierto y verdadero para garantizar lo real. Ir más allá de lo que observo es todo un crecimiento intelectual, que me lleva a ver cosas, que los sentidos no me permite captar, pero que la lógica reflexiva del pensamiento me lo aporta, para mejorar la intuición racional.

La ciencia para que sea considerada debe ser verificable esto torna más exacto los significados de las cosas.

La filosofía y la ciencia crecen iguales, ninguna se adelanta a la otra; la filosofía de la ciencia se refiere al examen filosófico que debe sufrir la ciencia en todos sus puntos, vgr : problemas, métodos, técnicas, estructura lógica, resultados generales etcétera.

*"La ciencia es Analítica"* <sup>10</sup> El investigador trata de buscar la verdad siempre, descomponiendo en elementos sus componentes para llegar a entender la totalidad de lo que existe.

En cuanto principio de verdad y coherencia de aplicación de su método, investiga soluciones.

*"El conocimiento científico es claro y preciso"* <sup>11</sup> Lo que el científico descubre se puede mostrar, comunicar con total sencillez para ir descubriendo nuevos paradigmas que me facilitará la ampliación de los conceptos de determinadas ciencias.

El autor Bunge deja en claro que una pseudociencia es un engaño que se vende como ciencia: la alquimia, la astrología, comunismos científico, creacionismo científico, grafología, parapsicología, psicoanálisis, caracterología etcétera.

*"Las pseudociencias son como las pesadillas: se desvanecen cuando se las examina a la luz de la ciencia. Pero mientras tanto infectan la cultura y algunas de ellas son de gran provecho pecuniario para sus cultores. Por ejemplo, un psicoanalista latinoamericano puede ganar en un día lo que su compatriota científico gana en un mes. Lo que refuta el refrán "no es oro todo lo que reluce"*

<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Mario Bunge La Ciencia su Método su Filosofía Ed Sudamericana 2001 Pag 25

<sup>11</sup> Mario Bunge La Ciencia su Método su Filosofía Ed Sudamericana 2001 Pag 28

<sup>12</sup> URL: [La Nación http://www.lanacion.com.ar/](http://www.lanacion.com.ar/)

Ser un investigador es poseer una vocación especial, querer ayudar a toda una comunidad de sujetos que se interesan por entender más el mundo que nos toca habitarlo, cuidarlo y desarrollarlo para el bien de muchos.

Recordemos que la investigación científica es metódica, sistemática y general.

*“ El conocimiento científico es legal ”<sup>13</sup> sabemos que los científicos buscan entender y analizar las leyes, para demostrar todos sus hallazgos, que de alguna manera va perfeccionando la capacidad de asombro y de contemplación de los sujetos, para que descubran los entes existentes dándole una categoría de prioridad, para el reconocimiento de lo valioso, según su paradigma gnoseológico de la realidad. Con muchos estudios a cerca de nuestra realidad educativa e investigaciones se puede predecir para evitar problemas en un futuro, que nos podamos lamentar.*

Aprender a aprender sería una propuesta que nos lleve a potenciar nuestras virtudes, talentos y dones para adquirir mayor desempeño en lo cognitivo intelectual.

Aplicando una buena pedagogía acompañado de una buena didáctica se puede lograr resultados óptimos en lo académico.

La vida también tiene que ser profundizada con la mirada antropológica y ética para que todos tengamos posibilidades e igualdad de oportunidades, frente a los desafíos de la propia vida.

*“ La predicción científica puede definirse como la de deducción de proposiciones relativas a hechos todavía desconocidos o no experimentados, sobre la base de leyes generales y elementos de información específica ”.<sup>14</sup>*

Ver el futuro es ver la realidad de las vivencias ya ocurridas, como presentes, con sus virtudes y defectos, para mejorar en lo que más se pueda, en los años venideros.

*“La ciencia es útil: Porque busca la verdad, la ciencia es eficaz en la provisión de herramientas para el bien y para el mal.”<sup>15</sup>*

<sup>13</sup> Mario Bunge La Ciencia su Método su Filosofía Ed Sudamericana 2001 Pag 38

<sup>14</sup> Mario Bunge El principio de causalidad en la ciencia moderna Ed Eudeba 1959 Pag 321

<sup>15</sup> Mario Bunge La Ciencia su Método su Filosofía Ed Sudamericana 2001 Pag 45

Hacer buen uso de la ciencia dependerá de la formación y educación de cada sujeto, por eso es importante valorar el aporte que brinda la investigación para una sociedad que debería estar organizada y custodiada para que el conocimiento nos haga cada vez más libres, si obramos debidamente como corresponde.

## 5.2 Valorativas

Tradicionalmente, la filosofía de la ciencia se concibe como una rama de la filosofía que tiene sus raíces en los primeros cuestionamientos de los filósofos antiguos sobre el conocimiento objetivo y bien fundamentado. Las ciencias formales y naturales han sido desde aquellos tiempos objeto de estudio para el análisis filosófico de los fenómenos científicos.

La práctica de la ciencia ha estado acompañada, desde sus orígenes mismos, de una reflexión destinada a determinar las razones del éxito o fracaso de la investigación científica. A partir de la Revolución Científica de los siglos XIV a XVII, las ciencias naturales han sido la fuente principal de reflexión y análisis. La historia de la filosofía occidental está signada de modo profundo por la interacción continua con la actividad científica, y con el despunte de la Revolución Industrial de los siglos XVIII y XIX también con la tecnología. Asimismo, la historia de la ciencia ha estado marcada por una estrecha relación con la filosofía de la ciencia. Las revoluciones científicas y tecnológicas de los siglos XIX y XX exigieron un replanteamiento del pensamiento filosófico para dar cuenta de manera profesional del fenómeno científico, de su estructura y desarrollo. En la segunda mitad del siglo XX el vertiginoso desarrollo de la ciencia y de la tecnología y sus extraordinarios impactos sociales y ambientales, ha tornado aún más apremiante su estudio profesional. Comprender el fenómeno científico y tecnológico es condición necesaria para una adecuada toma de decisiones en materia de políticas en ciencia y tecnología, así como para el diseño y funcionamiento de mecanismos de vigilancia y control de sus consecuencias sociales y ambientales.

El profesional de la Filosofía de la Ciencia será capaz de integrarse a distintos niveles a la empresa colectiva de entender, criticar y dirigir los esfuerzos de la sociedad por tener una actividad científica saludable y benéfica para todos. En especial la UVAQ asume así la tarea de consolidar una cultura científica adecuada a nuestros tiempos.

El programa de formación en la licenciatura de filosofía es una respuesta a la necesidad entre otras, del estudio profesional de la ciencia. Este programa parte de la idea de que la filosofía de la ciencia es el eje para la comprensión objetiva, analítica y crítica de la ciencia moderna en sus múltiples dimensiones: epistémica, lógica, cognitiva, histórica, social y comunicativa. La articulación de los más diversos estudios sobre la ciencia en torno a este eje aporta además un espacio de estudio y análisis interdisciplinario.

Con este trabajo se propone seguir estudiando el pensamiento de Mario Bunge para conocer más sobre ciencia, tecnología, filosofía, lógica, educación, ontología, antropología, física y matemática. Su pensamiento tiene mucho de rescatable. Bien pudiéramos pensar en tomar una parte de Mario Bunge y lo bueno en otras corrientes; esto es reconocer y asumir lo bueno de cada filósofo. Bunge se ha mantenido no como un filósofo de la ciencia de moda, sino que ha demostrado ser una gran personalidad con una filosofía perenne que repercute en todos los campos del pensamiento mencionados de nuestros días. Este autor es una eminencia escribió tantas obras que un tratado no alcanza para abordarlo radicalmente, por eso espero haber despertado en el lector un deseo de seguir descubriendo con estudios y lecturas a lo largo de tiempos venideros.

Por lo antes dicho, toda persona que pase por la presente tesis logrará identificarse con el profesor, que ha reflexionado sobre los propios procesos de creación y comunicación de la ciencia, porque me he visto obligado a practicar el oficio de epistemólogo, psicólogo, sociólogo,... esto es, el oficio de didácta.

Ahora bien, la aportación práctica de este tratado será desde el campo de la filosofía de la ciencia, el poder aportar alternativas para mejorar el nivel de su enseñanza y aprendizaje e indirectamente el nivel de vida humana, creando en el lector un carácter más reflexivo y contribuir positivamente, incrementando el acercamiento del hombre a través de la epistemología, ya que ningún individuo puede hacerlo todo. Esta obra puede ser la base de posibles estudios, ahora la recorro de manera general, algunos aspectos pueden ser retomados y colaborar en el reconocimiento de los valores del hombre y de la filosofía de la ciencia.

## 6. GLOSARIO

Se definen a continuación aquellos conceptos utilizados a lo largo de la tesis; la mayoría del pensamiento de Mario Bunge o de la obra de otros autores, pero que han sido reformulados con un significado específico, en su aplicación principalmente al contenido de la propuesta de orientación didáctica.

### **1. Antropología:**

a) CIENTÍFICA. La más básica y comprensiva de todas las ciencias del hombre. Estudia los sistemas sociales de todo tipo y tamaño, en todas las épocas y en todos los aspectos: medioambiental, biológico, económico, político y cultural. Es una de las ciencias biosociales (o sionaturales).

b) FILOSÓFICA. La rama de la ontología que se ocupa del hombre en general, en lugar de cualquier grupo humano particular. Como consecuencia de su apriorismo, desde el inicio de la antropología científica a finales del siglo XIX la antropología filosófica se ha debilitado.

### **2. Epistemología:**

El estudio de la cognición y el conocimiento. Sin gnoseología

a) CIENTÍFICA La psicología cognitiva: la investigación de los procesos cognitivos, desde la percepción hasta la formación de los conceptos, hacer conjeturas e inferencias. Cuando tiene en cuenta al cerebro y la sociedad, se dice que la psicología cognitiva efectúa una naturalización y socialización de la epistemología.

b) FILOSÓFICA El estudio de los procesos cognitivos -en particular la indagación- y su resultado (el conocimiento) en términos generales. Muestra de problemática: las relaciones entre el conocimiento, la verdad y la creencia; las semejanzas y diferencias entre el conocimiento común, el científico y el tecnológico; la función o funciones y los límites de la inducción; los estímulos y los obstáculos filosóficos a la investigación; la matriz social de la cognición; las relaciones entre la epistemología, la semántica y las ciencias sociales del conocimiento; las relaciones entre la teología y la ciencia; los méritos y los defectos de las distintas escuelas epistemológicas. La investigación de algunos problemas epistemológicos requiere un avanzado conocimiento matemático, científico o tecnológico. Ejemplos: ¿qué son los objetos matemáticos y cuál es su modo

de existencia?, ¿cuál interpretación de la probabilidad es correcta?, ¿cómo puede la matemática, que es *a priori*, desempeñar una función en las ciencias factuales?, ¿cómo son operacionalizadas las teorías, esto es, preparadas para la confrontación con los datos empíricos?, ¿son entre sí "incomensurables" (incomparables) las teorías rivales?, ¿implica la refutación de las desigualdades de Bell la caída del realismo?, ¿puede la psicología descubrir cualquier mecanismo sin recurrir a la neurociencia? y ¿es posible reducir las ciencias sociales a la biología (o a la psicología)?

### **3. Ciencia, válida para la Filosofía:**

Como la ciencia estudia todo lo que existe, ya sea conceptual o material, ya sea natural o social, debe ser válida para todas las ramas de la filosofía, excepto para la lógica. Pero en realidad, casi todas las escuelas filosóficas se muestran indiferentes a la ciencia, cuando no hostiles. Éste es un perjuicio para ellas mismas, pues sus concepciones sobre el ser, el saber y el hacer están destinadas a la obsolescencia. Ejemplos de este perjuicio son las actuales filosofías de la mente y el lenguaje, muy pocos de cuyos practicantes se preocupan de aprender algo de las ciencias conexas.

### **4. Filosofía de la ciencia:**

El estudio de la ciencia, sus diferencias respecto a otros modos de conocimiento, sus supuestos filosóficos y los problemas filosóficos que genera. Muestra de su problemática: ¿qué es la ciencia y en qué se diferencia del conocimiento ordinario?, ¿cuáles son las semejanzas y diferencias entre la ciencia y la tecnología?, ¿cuáles son las marcas de la pseudociencia?, ¿la ciencia presupone la realidad autónoma y la legalidad del mundo?, ¿cómo se relacionan las teorías científicas con la realidad y la experiencia?, ¿la ciencia puede ir más allá de los fenómenos y las relaciones entre éstos?, ¿es posible describir las cosas reales con minuciosidad y una precisión perfecta?, ¿qué son las leyes y las explicaciones científicas?, ¿qué función desempeña la matemática en las ciencias factuales?, ¿se suscriben al subjetivismo la física relativista y la cuántica?, ¿se ha reducido la química a la física?, ¿la genética es un capítulo de la bioquímica?, ¿la biología evolutiva es contrastable?, ¿el progreso en psicología depende de la neurociencia?, ¿la sociología es reductible a la psicología?, ¿existen leyes sociales?, ¿son las teorías de la elección racional precisas y, si es así, se han confirmado

empíricamente?, ¿existen salidas para los dilemas racionalismo-empirismo e individualismo-colectivismo?, ¿la filosofía puede desempeñar una función constructiva en la investigación científica?, ¿la ciencia está moralmente comprometida?, ¿existen límites al avance de la ciencia? Toda filosofía propiamente dicha posee su propia filosofía de la ciencia.

El valor de cualquier filosofía de la ciencia debe medirse por la fidelidad que muestra en su descripción de la investigación científica actual, su fertilidad en la ayuda para evaluar proyectos de investigación, así como su eficacia para advertir sobre proyectos poco prometedores. Como cabe suponer no existen filosofías de la ciencia fenomenológicas, existencialistas, wittgensteinianas ni desconstruccionistas.

### 5. Sistema:

a) Concepto. Un objeto complejo cuyas partes o componentes se relacionan con al menos algún otro componente. Ejemplos: un átomo es un sistema físico compuesto de protones, neutrones y electrones; una célula es un sistema biológico compuesto de subsistemas, como los orgánulos, que a su vez están compuestos de moléculas; una empresa comercial es un sistema social compuesto de administradores, empleados y artefactos; los enteros forman un sistema reunidos por la suma y la multiplicación; y un lenguaje es un sistema de signos que se mantienen unidos por la concatenación y el significado. A continuación distinguiremos los **tipos de sistemas** básicos: los concretos y los conceptuales, ejemplificados por un organismo y una teoría respectivamente. A su vez los sistemas concretos son naturales, sociales o artificiales (construidos por el hombre).

b) Análisis CEEM El más simple de los análisis del concepto de sistema incluye los conceptos de composición, entorno, estructura y mecanismo. La *composición* de un sistema es la colección de sus partes. El *entorno* del sistema es la colección de las cosas que actúan sobre los componentes del sistema o a la inversa. La *estructura* de un sistema es la colección de las relaciones (en particular vínculos o enlaces) entre los componentes del mismo, así como entre éstos y los elementos del entorno. Aquella puede llamarse *endoestructura* y esta última *exoestructura* del sistema; la *estructura total* de un sistema es la unión de estos dos conjuntos de relaciones. Definiremos la *frontera* de un sistema como la colección de los componentes del

sistema que están directamente enlazados con los elementos de su entorno. (Dos elementos están directamente enlazados si están enlazados sin que nada se interponga entre los dos.) Nótese la diferencia que existe entre frontera y figura. Todo lo que tiene forma también tiene frontera, pero la inversa es farsa. En efecto, hay cosas sin forma que tienen fronteras. como los átomos livianos y las empresas comerciales. La frontera de un átomo es la colección de sus electrones externos y el de una empresa comercial está constituido por sus vendedores, sus compradores, los publicistas, los abogados y los agentes de relaciones públicas. Por último, el mecanicismo de un sistema está compuesto por los procesos internos que lo hacen "funcionar", es decir, cambiar en algunos aspectos mientras que conserva otros. Obviamente los sistemas materiales son los únicos que poseen mecanismos. En este punto ya estamos preparados para definir los conceptos de subsistema y supersistema. Un objeto es un *subsistema* de otro sistema en sí mismo y su composición y estructura están incluidas respectivamente en la composición y estructura del otro, en tanto que su entorno incluye el del sistema. Ejemplos: la estática es un subsistema de la dinámica, un cromosoma es un subsistema de la célula, una red social es un subsistema de la sociedad.

Obviamente la relación de ser un *supersistema* de un sistema es dual de la de ser un subsistema. Por ejemplo, cada uno de nosotros es un sistema de órganos y a su vez éstos son supersistemas de las células que los constituyen. El universo es el máximo sistema concreto, el supersistema de todos los sistemas concretos. Un modelo realista de un sistema concreto debería incluir sus principales características: la composición, el entorno, la estructura y el mecanismo. Dicho de otro modo, debemos modelar el sistema de interés  $s$ , en un momento dado, como la cuádrupla ordenada:  $\langle C(s), E(s), S(s), M(s) \rangle$ . Con el tiempo, seguro que cualquiera de los cuatro componentes cambiará. Es menos obvio pero también cierto que, excepto en la microfísica, no necesitamos conocer -y en todo caso, no podemos conocer- los componentes últimos de cada sistema. En la mayoría de los casos bastará con averiguar o conjeturar la composición de un sistema en un determinado nivel. (El concepto de composición de un sistema  $S$  en el nivel  $L$  se define en los siguientes términos:  $C_l(s) \cap C(s) \cap L$ .) Así el científico social no está interesado en la composición celular de sus agentes; además, la mayoría de las veces, sus unidades de análisis no son individuos sino sistemas

sociales tales como familias, empresas comerciales, escuelas, iglesias, partidos políticos, los departamentos gubernamentales o las propias naciones. Algunos historiadores llaman el *sistema mundial* al supersistema de todos los sistemas sociales de la tierra. El análisis precedente del concepto de sistema demuestra claramente por qué el **enfoque sistémico** es preferible a sus rivales, cada uno de los cuales pasa por alto por lo menos una de las cuatro características de sistema que se han señalado.

## 6. Sistemismo:

a) ONTOLÓGICO La **concepción del mundo** según la cual el mundo es un sistema de sistemas en lugar de un bloque sólido o un agregado de individuos. El sistemismo ve en el cosmos el supersistema de todas las cosas cambiantes de un modo legaliforme y en nuestro conocimiento acerca del cosmos un supersistema de ideas. De modo más preciso, el sistemismo postula que *toda cosa concreta y toda idea son un sistema o un componente de algún sistema*. Al igual que el holismo y el procesualismo, pero a diferencia de otras cosmologías, el sistemismo no está comprometido con ninguna hipótesis acerca de los sistemas materiales con los que "está hecho": esencialmente es una visión estructural (que no estructuralista). Por consiguiente, el sistemismo es coherente con el idealismo así como también con el materialismo, y pueden adoptado tanto los creyentes religiosos como los no creyentes. Por lo tanto se trata de una cosmología incompleta, que puede emplearse como andamio para construir cosmologías alternativas.

b) EPISTEMOLÓGICO El sistemismo ontológico tiene consecuencias epistemológicas. Una de estas consecuencias es que la **reducción** a pesar de ser necesaria, es insuficiente. Otra consecuencia es la necesidad de mostrar y reforzar las conexiones entre todos los campos de investigación bajo su diversidad o **interdisciplina**. El **atomismo** sugiere que todo sistema se explica sólo mediante el análisis de sus partes: la estrategia de investigación del atomismo es la microrreducción. Por ejemplo, entendemos una célula descomponiéndola en orgánulos y otros componentes. Es cierto, pero esta comprensión tan sólo es parcial ya que la función específica de cada orgánulo de una célula sólo puede comprenderse en relación con las funciones globales de todo el conjunto. Por

ejemplo, la química de una molécula de ADN no es suficiente para comprender las funciones de regulación que realiza en una célula viva. Para lograr una comprensión adecuada de la célula necesitamos combinar la estrategia de arriba hacia abajo, o de microrreducción, con la estrategia de abajo hacia arriba, o de macrorreducción. La necesidad de esta combinación no se limita a la biología celular; la necesitamos en física para explicar, por ejemplo, el comportamiento de los electrones en el interior de un sólido; en química, por ejemplo, para explicar la función de un grupo de átomos en una molécula orgánica. En psicología necesitamos comprender por ejemplo las funciones de la motivación y la emoción en el aprendizaje. También necesitamos explicar en las ciencias sociales, digamos, las maneras en que los individuos modifican su medio social y cómo influye el entorno en la formación de sus conductas. La combinación de las dos estrategias es necesaria porque las totalidades están compuestas de componentes que interactúan, y también porque la conducta de éstos sólo puede entenderse en relación con los demás componentes y con su contribución a la totalidad.

Una segunda consecuencia epistemológica de la cosmología sistémica es que, dado que el mundo es un sistema, nuestro conocimiento del mismo también debe ser un sistema. Dicho de otro modo, ya que no existen cosas aisladas, nuestro conocimiento del mundo no puede consistir en un agregado de fragmentos desarticulados sino que debe ser un sistema. Sin embargo, es bien conocida la tendencia a la fragmentación del conocimiento aunque con frecuencia es un hecho lamentable. ¿Cómo puede explicarse y remediarse esta fragmentación del conocimiento? Puede explicarse por la especialización excesiva del trabajo científico que comenzó a principios del siglo XIX y por la consiguiente pérdida de una perspectiva filosófica. La nuestra es una cultura de especialistas, donde cada uno tiene su propia visión parcial. Esta visión resulta suficiente para afrontar problemas específicos, como la medición de velocidades de reacción. Sin embargo los problemas más interesantes, como los de explicar las causas de la disminución de la velocidad de reacción a medida que aumenta la edad, requieren la colaboración entre disciplinas, las neurociencias en este caso (**interdisciplina, sistema de conocimiento humano**).

Una tercera consecuencia epistemológica de la concepción sistémica del mundo es que el cognoscente, lejos de ser autosuficiente, es un miembro de la comunidad epistémica, que a su vez depende en gran medida de la sociedad. e] SINOPSIS

Combinemos las dos tendencias principales del sistemismo. La ontología del sistemismo puede comprimirse en el principio de que todo objeto es o bien un sistema o bien un componente de un sistema. La contrapartida epistemológica de este postulado es que toda investigación de un objeto debe incluir un estudio de su entorno, que a su vez requiere su inclusión en el estudio del **sistema** del conocimiento humano. Tomados juntos, estos dos axiomas implican la siguiente consecuencia: estudiar, diseñar o manejar elementos como si fueran simples o estuvieran aislados, o trabajar en una disciplina como si no tuviera otras relacionadas de valor para la investigación, no llevará muy lejos, e incluso puede desviarnos.

### **7. Sistema filosófico:**

Un sistema (en cuanto opuesto a un amontonamiento) de ideas filosóficas. El sistema aristotélico es el más antiguo, el más comprensivo y el más influyente de todos los sistemas filosóficos. Otros sistemas filosóficos importantes han sido los de Aquino, Descartes, Spinoza, Leibniz, Kant, Hegel y el de Marx y Engels. El fracaso de todos los sistemas filosóficos del pasado y la facilidad con que se osificaron y se convirtieron en obstáculos al progreso filosófico, han servido como excusas para no esforzarse en construir nuevos sistemas y, en su lugar saltar de un miniproblema a otro. Como consecuencia de esto, la mayoría de las filosofías contemporáneas no son sistemáticas (filosofía de serrín, inconstancia filosófica).

La razón para construir sistemas filosóficos es que todas las ideas filosóficas importantes se presentan en grupos y atraviesan los límites de las disciplinas. Por tanto, ninguna rama de la filosofía, con la dudosa excepción de la lógica, es autosuficiente. Todo problema filosófico pertenece al menos a dos de las principales disciplinas filosóficas, que son: la lógica, la semántica, la epistemología, la ontología y la ética. Por ejemplo, para afrontar los problemas epistemológicos, algunos de los cuales suscitan problemas éticos acerca de la utilización del conocimiento para fines prácticos, se necesita un módico conocimiento de lógica y semántica. El precio pagado por la asistematicidad es la falta de uniformidad y la superficialidad -en algunas ocasiones también la

inconsistencia.

### **8. Sistema semiótico:**

Un sistema concreto que incluye signos que tienen un significado para alguien del sistema. De modo más preciso, un sistema semiótico es un sistema con:

*composición* = un grupo de personas que emplean una colección de símbolos .  
(signos artificiales) para comunicarse con los demás;

*entorno* = una comunidad o sociedad;

*estructura* = las relaciones sintácticas, semánticas y fonológicas entre los símbolos, las relaciones entre éstos y sus usuarios y también las relaciones sociales entre éstos;

*mecanismo* = la comunicación (a través del habla, la escritura o el lenguaje corporal)

El primer componente de esta cuádrupla (la composición) no necesita elucidarse. El segundo (el entorno) sólo sirve para recordar que los sistemas semióticos no existen en un vacío y, además, que algunos signos representan elementos naturales o sociales. En cuanto a la estructura del sistema semiótico, sus relaciones fundamentales no sociales: son las de significación, o relaciones entre el signo y el objeto significado. Existen dos relaciones de este tipo, la denotación . y la designación ., según que el objeto significado sea material o conceptual. Por último, el cuarto componente (la comunicación) nos dice cómo "nacen" los símbolos y hacen que un sistema semiótico "funcione" y cambie en el proceso. Ninguno de los dos últimos componentes está presente en los lenguajes . cuando se estudian en sí mismos, o sea, como sistemas abstractos independientes de los usuarios individuales y de las comunidades lingüísticas. Así una lengua puede considerarse como un sistema semiótico deshabitado.

## 9. Sistemas, tipos de:

Pueden distinguirse los siguientes tipos básicos de sistemas:

1. *Conceptual*, como los sistemas hipotético deductivos y los códigos legales.

### 2. *Material*

2.1 *Natural*, como los átomos, el sistema solar, los sistemas nerviosos y los organismos.

2.2 *Social*, como las escuelas, las empresas comerciales, las congregaciones religiosas y las redes sociales informales.

2.3 *Técnico*, como las máquinas, la red de carreteras y las cadenas de televisión.

2.4 *Semiótica*, como los lenguajes, las partituras musicales y los diseños técnicos, junto con sus usuarios.

Ésta no es una **clasificación** . ya que a) la mayoría de los sistemas sociales son tanto artificiales como sociales: piénsese en los hospitales, los bancos o los ejércitos; b) algunos sistemas sociales, como las granjas, no sólo están formados por personas sino también por' máquinas, animales y plantas; C] todos los **sistemas semióticos** . son artefactos; y por último, d) todos los sistemas modernos incluyen sistemas semióticos.

Con todo, la tipología presentada más arriba es una representación de las características objetivas más sobresalientes de los sistemas que componen el mundo. A continuación proponemos cinco definiciones rápidas (por tanto, vulnerables) de los conceptos anteriores. Un sistema *conceptual* está compuesto por conceptos. Un sistema natural es aquel cuyos componentes, así como los vínculos entre ellos, pertenecen a la naturaleza -esto es, no son obra del hombre. Un sistema *social* es aquel cuyos componentes son animales de la misma especie y otros son artefactos (inanimados como las herramientas y vivientes como los animales domésticos). Un sistema *técnico* está construido y operado por personas que colaboran con su conocimiento técnico. Un sistema *semiótica* es el compuesto por las personas que emplean signos artificiales como las palabras y las cifras. Y un sistema *artificial* es el que contiene cosas creadas. La clase de los sistemas artificiales equivale a la unión de todos los sistemas no naturales.

### **10. Axiología , Teoría de los valores**

Teoría genérica, como la teoría general de sistemas y la teoría de la evolución, que sirve como andamiaje para investigar un problema o construir una teoría específica. Los marcos son provechosos o estériles, pero no pueden ser verdaderos ni falsos porque no pueden someterse a contrastación sin enriquecerse con los supuestos que especifican las características peculiares de los individuos concretos.

### **11. Marco teórico:**

Teoría genérica, como la teoría general de sistemas y la teoría de la evolución, que sirve como andamiaje para investigar un problema o construir una teoría específica. Los marcos son provechosos o estériles, pero no pueden ser verdaderos ni falsos porque no pueden someterse a contrastación sin enriquecerse con los supuestos que especifican las características peculiares de los individuos concretos.

### **12. Matemática:**

La ciencia de la forma y la pauta en sí mismas, esto es, independientemente de su posible contenido, interpretación o aplicación. Según esta definición, la matemática incluye la **lógica** . La antigua definición de la matemática como "la ciencia de la figura y el número" quedó obsoleta con el nacimiento del cálculo infinitesimal y, aun más, con la aparición de los campos matemáticos no cuantitativos, como la topología, el álgebra abstracta y la teoría de conjuntos. Estos últimos sobre todo son valiosos en la **filosofía exacta** . (o matemática).

### **13. Filosofía de la matemática:**

El estudio filosófico de la investigación matemática y sus resultados. Ejemplos de su problemática: naturaleza de los objetos matemáticos y de la verdad matemática; relación entre la invención y el descubrimiento en la investigación matemática; funciones de la intuición y la razón en la indagación matemática; interpretaciones físicas de la geometría y la probabilidad; relaciones entre la matemática pura y la aplicada. Existen cuatro importantes filosofías de la matemática, a saber, la platónica, la nominalista, la intuicionista y la empirista. Respecto a la naturaleza de los objetos matemáticos, los platónicos mantienen que tienen existencia propia, que

son ideales y eternos; para los nominalistas son símbolos; los intuicionistas sostienen que son construcciones mentales; y los empiristas que son experiencias mentales. En cuanto al modo de introducción de los objetos matemáticos, los platónicos y los empiristas aseguran que se descubren, los nominalistas sostienen que los objetos matemáticos son convencionales y los intuicionistas que son inventados. Con respecto al significado, los platónicos afirman que el significado de los objetos matemáticos consiste en la no contradicción; los nominalistas opinan que no tienen ningún significado; según los intuicionistas son significativos en la medida en que puedan relacionarse con los enteros positivos; y los empiristas sostienen que se refieren a la experiencia. Sobre la verdad matemática, los platónicos afirman que es formal; los nominalistas que es convencional; los intuicionistas sostienen que es reductible al cálculo numérico; y los empiristas afirman que se trata de una verdad empírica. Respecto al conocimiento matemático, para los platónicos es *a priori* y conceptual; los nominalistas sostienen que no existe tal conocimiento; para los intuicionistas es *a priori* intuitivo; y los empiristas afirman que es empírico. Las principales concepciones sobre la actividad matemática son las cuatro siguientes: es estrictamente deductiva (platonismo); consiste en la manipulación formal de símbolos (nominalismo); es intuitiva y racional (intuicionismo); procede por ensayo y error a la vez que es racional y empírica.

Por último, existe una alternativa a estas cuatro concepciones: el *fictionismo moderado*. Según éste, los objetos matemáticos son ficciones, algunos de ellos se inventan (conceptos, axiomas, definiciones y métodos) y' otros (principalmente las relaciones premisa-conclusión) se descubren. Para el fictionismo el significado de los objetos matemáticos consiste en su referencia a los objetos conceptuales junto con el sentido contextual; la verdad matemática es formal (o conceptual) y contextual; y en cuanto al conocimiento matemático, es *a priori* y conceptual (lo mismo que para el platonismo). Considera que la actividad matemática procede a través de la abstracción, la generalización, la manipulación formal, el ensayo y error, la analogía, la inducción (tanto ordinaria como matemática) y la deducción.

#### **14. Materialismo filosófico.**

La familia de doctrinas ontológicas según las cuales la realidad está compuesta exclusivamente de cosas materiales . o concretas. No está relacionado con el materialismo moral, o sea la codicia y la búsqueda del placer. Ant. idealismo . Las

principales variantes del materialismo son la *fisicista* y la *emergentista*. El *fisicismo* (también llamado *materialismo vulgar*; *mecanicismo* o *materialismo reduccionista*) es la concepción según la cual todo existente es un objeto físico y, en última instancia, describable en términos puramente físicos. La mera existencia de las ciencias que estudian las propiedades suprafísicas -como es el caso de la biología, la psicología y la sociología- basta para desechar esta primera fase del materialismo. Por el contrario, el *materialismo* sostiene que todos los existentes son materiales o concretos pero, lejos de pertenecer a un solo nivel, están agrupados en distintos niveles de organización: el físico, el químico, el biológico, el social, el tecnológico y el semiótica. Los miembros de todos los niveles superiores al físico son sistemas dotados de propiedades peculiares que emergen (v) en el curso de las interacciones entre los componentes del sistema, o entre éstos y los elementos medioambientales.

### 15. Ciencia:

La búsqueda crítica de pautas o la utilización de éstos en las ideas, la naturaleza o la sociedad. Una ciencia puede ser *formal* o *factual*: es formal si se refiere a los constructos y factual si trata de cuestiones de hechos. La lógica y las matemáticas son ciencias formales: sólo tratan con conceptos y sus combinaciones y, por lo tanto, no se sirven de procedimientos empíricos ni de datos -excepto como fuentes de problemas o como ayuda en el razonamiento. La física y la historia, así como todas las ciencias entre ambas, son factuales: tratan de cosas concretas tales como rayos de luz o empresas comerciales. Por consiguiente, necesitan procedimientos empíricos, como la medición, junto con los conceptuales, como la observación. Las ciencias factuales pueden dividirse en *naturales* (por ejemplo la biología), *sociales* (por ejemplo la economía) y *biosociales* (por ejemplo la psicología). Con respecto a su factibilidad, la ciencia puede dividirse en **básica y aplicada**.

### 16. Ciencia aplicada:

La búsqueda de nuevo conocimiento científico con posible utilización práctica. Ejemplos: los matemáticos, los físicos, los químicos, los bioquímicos, los farmacéuticos, los psicólogos clínicos y los sociólogos aplican la ciencia hasta el punto de que se comprometen en una investigación científica original con un posible uso para la industria o para el gobierno. Si estos científicos sólo emplearan los

hallazgos científicos en su capacidad profesional, serían igual que los artesanos o los mecánicos altamente cualificados.

### 17. Ciencia aplicada:

La búsqueda desinteresada de nuevo conocimiento científico. El *sistema de los campos factuales de investigación científica* es una colección variable en la que cada miembro  $R$  de la misma se representa por una decatupla:

$$R = \langle C, S, D, G, F, B, P, K, A, M \rangle,$$

donde, para cualquier época determinada:

1]  $C$ , la comunidad científica de  $R$ , es un sistema social compuesto de personas que han recibido una formación especializada, que mantienen unos estrechos vínculos comunicativos entre sí, que comparten su conocimiento con cualquiera que desee aprenderlo y que inician o continúan una tradición de investigación (no sólo de creencias) con la pretensión de encontrar representaciones verdaderas de los hechos;

2]  $S$  es la *sociedad* (junto con su cultura, economía y forma de gobierno) que acoge a  $e$  y alienta -o al menos tolera- las actividades específicas de los componentes de  $C$ ;

3] el *dominio* o *universo de discurso*  $D$  de  $R$  está compuesto exclusivamente por entidades reales (sean actuales o posibles) pasadas, presentes o futuras (y no por, por ejemplo, ideas que flotan libremente);

4] la *perspectiva general* o *el trasfondo filosófico* de  $R$  consiste en a) el principio ontológico según el cual el mundo está compuesto de cosas concretas que cambian de un modo legaliforme y que existen con independencia del investigador (en lugar de, por ejemplo, entidades fantasmales, invariables, inventadas o milagrosas); b) el principio epistemológico según el cual el mundo puede conocerse objetivamente, por lo menos parcialmente y de un modo gradual; y c) el *ethos* de la búsqueda libre de la verdad, la profundidad, la comprensión y el sistema (en lugar de, por ejemplo, e) *ethos* de la fe o el de la información pura, la utilidad, el beneficio, el poder el consenso y el bien);

5] el *trasfondo formal*  $F$  de  $R$  es la colección de teorías lógicas y matemáticas actualizadas (en lugar de estar vacío o formado por teorías formales obsoletas);

6] el *trasfondo específico*  $B$  de  $R$  es una colección de datos, hipótesis y teorías puestos al día y razonablemente bien confirmados (aunque corregibles), así como de métodos de investigación razonablemente eficaces obtenidos en otros campos relacionados con  $R$ ;

7] la *problemática*  $P$  de  $R$  consiste exclusivamente en problemas cognitivos acerca de la naturaleza (en particular las regularidades) de los miembros de  $D$ , así como problemas sobre otros componentes de  $R$ ;

8] el *fondo de conocimientos*  $K$  de  $R$  es una colección de teorías, hipótesis y datos actualizados y contrastables (aunque rara vez de un modo definitivo), compatibles con los de  $B$  y obtenidos por miembros de  $e$  en épocas anteriores;

9] los *objetivos*  $A$  de los integrantes de  $e$  incluyen el descubrimiento o empleo de las regularidades (en particular, las leyes) y las circunstancias de los  $D$ , la sistematización (en teorías) de las hipótesis generales acerca de los  $D$  y el refinamiento de los métodos en  $M$ ;

10] la *metódica*  $M$  de  $R$  consiste exclusivamente en procedimientos escrutables (verificables, analizables, criticables) y justificable (explicable), en primer lugar el **método científico** general.

11] Existe por lo menos otro campo de investigación *contiguo*, dentro del mismo sistema de campos de investigación fácticos, tal que *a)* los dos campos comparten algunos elementos en sus perspectivas generales, trasfondos formales, trasfondos específicos, fondos de conocimientos, objetivos y metódica; y *b)* el dominio de uno de los dos campos está incluido en el del otro, o bien cada miembro del dominio de uno de los campos es un componente de un sistema concreto del dominio del otro.

12] La pertenencia de cada uno de los últimos ocho componentes de  $R$  *cambia*, en ocasiones muy lentamente, *como resultado de la investigación* en el mismo campo (más bien que como resultado de las presiones ideológicas o políticas, o de las negociaciones entre investigadores), así como en campos conexos (formales o factuales) de la investigación científica.

Se dirá que es *no científico* cualquier campo de conocimientos que no satisface, ni siquiera aproximadamente, las doce condiciones previamente señaladas (son ejemplos la teología y la crítica literaria). Un campo de investigación que las satisface aproximadamente puede llamarse *semiciencia* o *protociencia* (la economía y la ciencia política son ejemplos). Si además el campo está avanzando hacia el total cumplimiento

de todas esas condiciones, puede llamarse *ciencia emergente* o *en desarrollo* (ejemplos, la psicología y la sociología). En cambio, se dirá que es *seudocientífico* -o una *impostura* o *falsa ciencia*- cualquier campo de conocimientos que, aunque no sea científico, se anuncia como científico (son ejemplos la parapsicología, el psicoanálisis y la psichistoria). La diferencia entre la ciencia y la protociencia es de grado, mientras que entre la protociencia y la seudociencia es una diferencia de clase.

### **18. Ciencia válida para la filosofía:**

Como la ciencia estudia todo lo que existe, ya sea conceptual o material, ya sea natural o social, debe ser válida para todas las ramas de la filosofía, excepto para la lógica. Pero en realidad, casi todas las escuelas filosóficas se muestran indiferentes a la ciencia, cuando no hostiles. Éste es un perjuicio para ellas mismas, pues sus concepciones sobre **el ser, el saber y el hacer** están destinadas a la obsolescencia. Ejemplos de este perjuicio son las actuales filosofías de la mente y el lenguaje, muy pocos de cuyos practicantes se preocupan de aprender algo de las ciencias conexas.

### **19. Ciencias naturales/ciencias sociales, dicotomía:**

La tesis idealista (en particular neokantiana) de que las ciencias sociales no tienen nada en común con las naturales. La tesis está refutada por la mera existencia de ciencias biosociales como la demografía, la geografía, la psicología, la antropología y la lingüística.

### **20. Ciencias sociales:**

El estudio científico desinteresado de los sistemas sociales y de la acción social. Sus principales ramas son la antropología, la sociología, la economía, la politología, la historia y sus distintas combinaciones (como la socioeconomía). No confundir con los estudios "humanísticos" de tertulia de café tales como la sociología fenomenológica, la teoría crítica y los estudios culturales. Los estudios de las ciencias sociales pueden ser empíricos o teóricos (en particular, matemáticos). Siguiendo la tradición positivista, únicamente los estudios empíricos se consideran investigación. Las influencias filosóficas e ideológicas

son más fuertes en los estudios sociales que en otros, cosa que no los beneficia mucho. Véanse las controversias del idealismo-materialismo, el individualismo-holismo, el subjetivismo-realismo y la del mercado-estado.

### **21. Cientificidad:**

La propiedad de ser científico, como en "la biología evolutiva es científica" y "las teorías de la elección racional no son científicas". Existen diversos criterios de científicidad. Una condición necesaria para que un ítem (una hipótesis, teoría o método) sea científico es que sea conceptual mente preciso así como también susceptible de contrastación empírica. Esta condición descalifica a los modelos de la elección racional que no especifican la función de utilidad o que confían en las estimaciones de la probabilidad subjetiva. Sin embargo, la condición resulta insuficiente, ya que la cumple la hipótesis de la creación de materia a partir de la nada. Lo que descalifica a esta hipótesis es su incompatibilidad con el grueso de la física, en particular el conjunto de teoremas de conservación de la materia. El siguiente criterio responde a estos aspectos: una hipótesis o teoría es científica si a) ES PRECISA; b) ES COMPATIBLE con el grueso de conocimientos científicos relacionados; c) TIENE consecuencias empíricamente **contrastables** conjuntamente con las hipótesis subsidiarias y los datos empíricos.

### **22. Cientificismo**

La concepción según la cual la investigación científica es el mejor modo de asegurarse un **conocimiento** . factual preciso. El cientificismo es un componente tanto del **positivismo lógico** . como del **realismo** . científico. El cientificismo ha estado detrás de todos los intentos por transformar una parte de las humanidades en una rama de la ciencia: recuérdense, por ejemplo, los orígenes de la antropología contemporánea, la psicología, la lingüística y las ciencias sociales. F. Hayek y otros emplearon el término de un modo peyorativo para designar la imitación de las ciencias naturales en los estudios sociales. Este autor y otros miembros del campo "humanístico" (de tertulias de café) de los estudios sociales consideraron el cientificismo como su principal enemigo, más que a la anticencia o la seudociencia.

### 23. Concepción del mundo

a] GENERAL Un esquema de todo lo que existe. Sin. *Weltanschauung*, cosmovisión, cosmología filosófica. Las cosmologías pueden ser toscas o refinadas, superficiales o minuciosas, borrosas o precisas, coherentes o incoherentes. Pueden ser mágicas o naturalistas, religiosas o seculares, idealistas, materialistas o dualistas. También pueden ser ordinarias u orientadas por la ciencia, fecundas, estériles u obstaculizadoras -y así sucesivamente. Además, pueden ser una mezcla tanto de concepciones científicas como de visiones mágicas. Las cosmologías no son propiedad privada de los filósofos y los teólogos. Los etólogos nos aseguran que todo animal se hace una representación o mapa de su entorno inmediato, gracias al cual se guía y sobrevive. Los antropólogos y los psicólogos saben que todos los seres humanos tienen alguna cosmovisión, aunque suele ser tosca y tácita en vez de sofisticada y explícita. Las cosmologías imaginadas por intelectuales se diferencian de las demás porque son explícitas y están, por lo tanto, sujetas al análisis, la crítica y la corrección. Toda cosmología razonablemente comprensiva debe contener respuestas a preguntas tan básicas como las siguientes: ¿existen dioses?, si existen ¿están mezclados con el mundo o se han jubilado?, ¿tiene un origen el mundo, tendrá un final, o bien es eterno?, ¿cuál es la materia del cosmos?, ¿qué mantiene a las cosas unidas?, ¿qué separa a las cosas?, ¿es posible la novedad radical?, el cosmos ¿está organizado en niveles o es cualitativamente plano?, ¿qué es la vida?, ¿qué es la mente?, ¿qué es el hombre?, ¿existe el destino o el hado?, ¿qué es la sociedad?, ¿qué es la historia?, ¿tendrá un final la historia?

b] FUNCIONES Toda cosmología desempeña una función conceptual, así como también una práctica. La función *conceptual* consiste en que una cosmología proporciona un marco de referencia donde cada hecho y cada idea encajan o "tienen sentido", es decir, son coherentes con el resto. La función *práctica* de una cosmología es la de proporcionar una guía para la vida: ayudar a formular objetivos, elegir los medios, diseñar planes y valorar todo ello.

c] DOCE CONCEPCIONES DEL MUNDO Existen al menos doce concepciones del mundo influyentes. El **holismo** . concibe el mundo como un animal o igual que si fuera un animal; el **jerarquismo** . lo considera a imagen de una escalera; el **atomismo** ., cuya metáfora es la nube; el **procesualismo** ., que ve el mundo

como un río sin orillas; el **mecanicismo** ., según el cual el cosmos es un reloj; el **tychismo** (o probabilismo), que ve el mundo como si fuera un casino; el **agonismo**, que convierte el cosmos en un campo de batalla; el sacramentalismo lo considera como un templo; el **materialismo** ., para el cual "cosa" es igual que "objeto material"; el **idealismo** ., que declara que las ideas constituyen o rigen el mundo; el **textualismo** ., que considera el mundo como un libro o una biblioteca; y por último el **sistemismo** ., para el cual el cosmos es el sistema de todos los sistemas. Cada una de las ocho primeras visiones del mundo contiene una pizca de verdad o ha hecho una contribución positiva, el holismo nos ha enseñado que las totalidades poseen propiedades (**emergentes**) exclusivas. El jerarquismo se transformó finalmente en la idea de que el mundo no es cualitativamente plano, sino que está organizado en **niveles** . Al atomismo le debemos la idea de que existen efectivamente cosas simples e indivisibles, como los electrones o los quarks.

En cuanto al mecanicismo, fue la primera cosmovisión basada en una teoría científica. El tychismo resulta atractivo porque las leyes básicas de la teoría cuántica son probabilístico. El agonismo sería correcto si sólo sostuviera que algunos procesos, no todos, son conflictivos. Sin embargo, a pesar de sus aportaciones, ninguna de estas concepciones está libre de enormes graves. Así, por ejemplo, a pesar del holismo, el universo no es un bloque, pues es posible aislar algunas cosas, al menos en algunos aspectos y durante un determinado tiempo.

Tampoco es cierto que el análisis sea incapaz de producir algún conocimiento de las totalidades. El jerarquismo se ha visto desplazado por la concepción evolutiva según la cual lo inferior precede a lo superior como precursor, no por una relación de poder o dignidad. El atomismo es inexacto al subestimar las interacciones y la emergencia. La concepción procesualista radical según la cual los cambios preceden a la sustancia es errónea, pues todo cambio es el cambio en las propiedades de una cosa concreta. El mecanicismo es demasiado estrecho: no sólo necesitamos la mecánica sino también cientos de otras disciplinas. El tychismo es demasiado extremo, pues aun las leyes probabilísticas más básicas encierran conceptos causales. Por ejemplo, se puede calcular la probabilidad de que un campo externo cause la dispersión de una

partícula dentro de un determinado ángulo sólido; además, existen bastantes procesos no aleatorios, como son los terremotos o la escritura de esta página. El agonismo pasa por alto la presencia generalizada de la cooperación, sin la que, para empezar, no existirían los sistemas concretos. Además, ha sido formulado de manera críptica. En cuanto al materialismo, es la concepción del mundo que adoptan de un modo tácito todos los científicos y tecnólogos cuando no hacen incursiones filosóficas. Efectivamente, ellos se ocupan sólo de cosas concretas - algunas de ellas pensantes- nunca de ideas descarnadas. Por esta razón el idealismo es incompatible con la ciencia y la tecnología; además, es un grave obstáculo al estudio científico de lo mental. Pero, por lo menos, el idealismo enfatiza correctamente la gran importancia de las ideas en los problemas humanos. Resumiendo, cada una de las nueve primeras concepciones del mundo contiene algunas falsedades junto con algunas verdades. En cambio, el sacramentalismo y el textualismo son completamente falsos y, por tanto, inútiles en el mejor de los casos. En efecto, aquél sugiere remplazar la ciencia por la teología, o al menos ignorar su incompatibilidad y abandonar cualquier creencia en la libertad y la responsabilidad. El textualismo es absolutamente falso porque las cosas concretas no tienen propiedades lingüísticas ni literarias. Y es nocivo porque lleva a formarse una imagen de los estudiosos de la realidad como si fueran meros lectores.

d] SÍNTESIS SISTÉMICA El **sistemismo**, la duodécima concepción del mundo en la lista citada anteriormente, es una síntesis de los componentes valiosos de las ocho primeras cosmovisiones. Concibe el mundo como el supersistema de todos los sistemas y considera nuestro conocimiento del mundo como un supersistema de datos, hipótesis y métodos. El sistemismo se reduce al postulado de que todo objeto es un sistema o un componente de un sistema. Dicho en forma negativa: no existen elementos aislados. El sistemismo es inherente a la ciencia, la tecnología y demás disciplinas. De hecho, todo lo que inventamos o descubrimos, lo que analizamos o diseñamos son sistemas más o menos complejos, como los átomos y las células, el sistema nervioso y las organizaciones sociales, los espacios y los sistemas de números, los lenguajes y las teorías. No comprendemos nada aislado, entendemos una palabra en una oración, una oración en un discurso; comprendemos la conducta individual en

su contexto social y a éste dentro de su matriz natural -y así sucesivamente. La naturaleza sistémica del mundo y del conocimiento requieren la adopción de un **enfoque sistémico**.

#### **24. Concepciones rivales:**

Dos o más concepciones acerca de los hechos son rivales entre sí, si explican de diferentes maneras los mismos hechos. Ejemplos: creacionismo/evolucionismo, idealismo/materialismo, individualismo/holismo. Son rivales únicamente si pueden compararse entre sí (**inconmensurable, revolución epistémica**). Cuando se evalúan concepciones rivales que tratan de un dominio de hechos, se debería verificar cuál cumple más adecuadamente las siguientes condiciones.

1. *Inteligibilidad:* ¿es la concepción clara o brumosa?; si es algo oscura, ¿puede elucidarse y formalizarse eventualmente, o es inherentemente borrosa y por lo tanto no susceptible de desarrollo?
2. *Coherencia lógica:* ¿es la concepción internamente coherente o contiene contradicciones? Si contiene incoherencias, ¿pueden eliminarse alterando o eliminando algunos de sus supuestos sin abandonar los más importantes?
3. *Sistematicidad:* ¿es la concepción un sistema conceptual (en particular una teoría), o parte de uno, o es una conjetura aislada que no puede gozar del apoyo de cualquier otra pieza de conocimiento? Si es aislado, ¿puede expandirse en un sistema hipotético-deductivo o integrarse en uno ya establecido?
4. *Literalidad:* ¿tiene la concepción algún enunciado literal o sólo es una metáfora? Si es una analogía, ¿es superficial o profunda, estéril o fértil? y ¿es indispensable o puede remplazarse con una explicación literal?
5. *Contrastabilidad:* ¿puede contrastarse conceptual mente la concepción (con elementos del conocimiento previamente aceptados), o empíricamente (por la observación o el experimento), o bien es inexpugnable a la crítica y la experiencia?
6. *Evidencia:* si la concepción ha sido contrastada, ¿tiene la prueba resultados que sean favorables, desfavorables o no concluyentes?
7. *Coherencia externa:* ¿es la concepción compatible con el grueso del conocimiento en todos los campos de la investigación?
8. *Originalidad:* ¿es la concepción novedosa?, ¿resuelve problemas que hasta

ahora no se habían resuelto?

9. *Poder heurística*: ¿la concepción es estéril o de ella surgen investigaciones o problemas de aplicación nuevos e interesantes?

10. *Solidez filosófica*: ¿es la concepción compatible con la filosofía que subyace a la investigación científica? Es decir ¿la concepción es naturalista o postula ítems fantasmales, tales como las entidades inmateriales o los procesos que se encuentran fuera del control experimental?, ¿es realista epistemológicamente o incluye el subjetivismo o el apriorismo (por ejemplo, el convencionalismo)?

Ejemplo: **problema mente-cuerpo**.

### 25. *Concepto*:

Una idea simple, la unidad de **significado** ., el bloque de construcción de una **proposición** . Ejemplos: "individuo", "especie", "duro", "más duro", "entre". Cada concepto puede simbolizarse por un término, pero la inversa es falsa. Efectivamente, algunos **símbolos** . son **sincategoremáticos** ., como "lo" y "de", mientras que otros denotan cosas concretas o propiedades de las mismas. Los conceptos pueden agruparse en dos grandes géneros, los **conjuntos** . y los **predicados** . de diferentes grados (monarios, binarios, etcétera). Estos conceptos están respectivamente definidos de modo implícito en la teoría de conjuntos y en la lógica de predicados. Puesto que los nombres no son predicados ni conjuntos, tampoco son conceptos aunque algunos designen conceptos. El **nominalismo** . niega la existencia de conceptos, por temor al platonismo. Pero, irónicamente, el propio enunciado "no existen conceptos" incluye los conceptos de existencia, negación y concepto.

### 26. *Conclusión*:

La última línea de un argumento deductivo, tal como una prueba. En el lenguaje común y en la literatura científica tiene una aceptación más laxa. En éstos, se llama "conclusión" con frecuencia a una hipótesis sugerida por un conjunto de datos. Tanto es así que el último párrafo o sección de un artículo de investigación suele llamarse "conclusión", aun cuando sólo resuma las hipótesis del artículo o evalúe la evidencia a favor o en contra de las mismas.

### 27. Conocimiento:

El resultado de un proceso cognitivo, como la percepción, el experimento o la deducción. Advertencia: para calificar algo de conocimiento es suficiente pero no necesario que sea verdadero. El conocimiento verdadero es un caso especial de conocimiento: la mayor parte de nuestro conocimiento es conjetural y solamente verdadero a medias. Deben distinguirse dos tipos de conocimiento, *el saber cómo* (saber Hacer-know-how), (o conocimiento tácito, por familiaridad, o conocimiento instrumental) y *saber qué* –know-that (o conocimiento explícito, por descripción, o declarativo). Por ejemplo, se andar en bicicleta pero ignoro los complicados mecanismos (tanto los mecánicos como los neuromusculares) de esta acción; estoy íntimamente familiarizado conmigo mismo, pero no me conozco a fondo.

### 28. Cognición:

Proceso que conduce al conocimiento . La percepción, la exploración, la imaginación, el razonamiento, la crítica y las pruebas son procesos cognitivos. La psicología . cognitiva estudia la cognición, mientras que la epistemología . y la ingeniería del conocimiento son las que estudian el conocimiento en primera instancia.

### 29. Cognoscente:

Persona que intenta saber o que consigue saber algo. Sin. sujeto. El cognoscente es uno de los tres términos de la relación epistémica:

"El individuo *a*, en la circunstancia (o con los medios) *b*, estudia el objeto *c*". Puesto que los cognoscentes son los productores y los portadores del conocimiento, no puede existir conocimiento ni, *a fortiori*, epistemología propiamente dicha sin sujetos cognoscentes. Efectivamente, la expresión "*x* es conocido" es impersonal sólo si en ella se omite indicar quién conoce *x*. En realidad dicha expresión resume esta otra: "existe al menos un *y* que es un sujeto cognoscente, e *y* conoce a *x*". Por consiguiente, el principio idealista de la autonomía del "mundo" de las ideas (tal como lo postularon Platón, Dilthey o Popper) es una pura fantasía. Como tal sólo puede obstaculizar el avance de nuestro conocimiento sobre el conocimiento.

## 29. *Computacionismo.*

La tesis según la cual la mente es una colección de programas de ordenador. Dicho de un modo equivalente: la tesis según la cual todas las operaciones mentales son computaciones conforme a algoritmos. Esta tesis apuntala el entusiasmo acrítico por la inteligencia artificial. De paso ha empobrecido la psicología y ha confundido la filosofía de la mente. En efecto, ha llevado al descuido de procesos no algorítmicos tales como el planteamiento de nuevos problemas y la formación de nuevos conceptos, hipótesis y reglas (tales como los algoritmos). Además, ha reforzado el mito idealista de que lo mental es una sustancia neutral, de tal modo que puede estudiarse aislada tanto de las neurociencias como de la psicología social. Por último, ha cortado artificialmente las conexiones entre la inteligencia y la emoción -a pesar del hecho bien conocido de que los órganos correspondientes están unidos anatómicamente.

## 30. *Bien:*

A] Teoría de los valores. Todo lo que posee las propiedades deseables- por ejemplo, promover el bienestar individual o la armonía social.

B] Ética. Algunas filosofías morales nos imponen perseguir el bien para nosotros y los demás. La mayoría de ellas también postulan una única cosa suprema.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### 7.1 BÁSICA

2. BUNGE, Mario. *A la caza de la realidad. La controversia sobre el realismo*. Barcelona, Gedisa, 2006.
3. BUNGE, Mario. *100 Ideas. El libro para pensar y discutir en el café*. Buenos Aires, Sudamericana. BUNGE, Mario Compendio de artículos periodísticos, 2006
4. BUNGE, Mario *Intuición y razón*. Buenos Aires, Debolsillo - Ed., 2005. Sudamericana. BUNGE, Mario Existe primera edición en 1996 de otra editorial.)
5. BUNGE, Mario *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barcelona, Gedisa, 2004.
6. BUNGE, Mario. *Mitos, Hechos y Razones*. Buenos Aires, Sudamericana, 2004.
7. BUNGE, Mario. *Cápsulas*. Barcelona, Gedisa. BUNGE, Mario Compendio de artículos para la agencia de noticias EFE y la prensa argentina, 2003.
8. BUNGE, Mario. *Ser, saber, hacer*. México, Paidós, 2002.
9. BUNGE, Mario. *Filosofía de la psicología* BUNGE, Mario en colaboración con el doctor Rubén Ardila) 2° ed. México, Siglo XXI Editores, 2002.
10. BUNGE, Mario. *Epistemología. Curso de actualización*. 3° ed. Barcelona, Ariel, 2002.
11. BUNGE, Mario. *Crisis y reconstrucción de la filosofía*. Barcelona, Gedisa, 2002.
12. BUNGE, Mario, *Diccionario de filosofía*. México, Siglo XXI Editores, 2001.
13. BUNGE, Mario. *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía*. México, Siglo XXI Editores, 2002
14. BUNGE, Mario. *Fundamentos de biofilosofía*. México-Buenos Aires, Siglo XXI Editores, 2000.
15. BUNGE, Mario. *Las ciencias sociales en discusión*. Buenos Aires, Sudamericana, 1999.
16. BUNGE, Mario. *Buscar la filosofía en las ciencias sociales*. Madrid, Siglo XXI Editores. [ISBN 950071566X], 1999.
17. BUNGE, Mario. *Vistas y entrevistas*. 2° ed. Buenos Aires, Sudamericana, 1997.

18. BUNGE, Mario. *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires, Sudamericana, 1997.
19. BUNGE, Mario, *Mente y sociedad*. Madrid, Alianza Universidad, 1989.
20. BUNGE, Mario, *Teoría y realidad*. Barcelona, Ariel, 1985.
21. BUNGE, Mario, *Seudociencia e ideología*. Madrid, Alianza Universidad, 1985.
22. BUNGE, Mario, *Racionalidad y realismo*. Madrid, Alianza Universidad, 1985.
23. BUNGE, Mario, *Lingüística y filosofía*. Barcelona, Ariel, 1983.
24. BUNGE, Mario, *Economía y filosofía*. Madrid, Tecnos, 1982.
25. BUNGE, Mario, *La Causalidad: El Principio de Causalidad en la Ciencia Moderna*. Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires BUNGE, Mario4a. Edición). Reeditado por Editorial Sudamericana, Buenos Aires, en 1997.
26. BUNGE, Mario. *Chasing Reality. Strife over Realism*. Toronto, University of Toronto Press, 2006
27. BUNGE, Mario, *Emergence and Convergence. Qualitative Novelty and the Unity of Science*. Toronto, University of Toronto Press, 2003.
28. BUNGE, Mario, *Philosophy in Crisis. The Need for Reconstruction*. New York, Prometheus Books, 2001.
29. BUNGE, Mario, *Scientific Realism: Selected Essays of Mario Bunge* BUNGE, Mario Edited by M. Mahner), New York, Prometheus Books, 2001.
30. BUNGE, Mario, *Foundations of Biophilosophy* (en colaboración con el Dr. Martín Mahner). Berlín, Springer, 1997.

## 7.2 COMPLEMENTARIA

1. URL: La Nación <http://www.lanacion.com.ar/>
2. SEP- Society for Exact Philosophy
3. ARTIGUE, M. Ingeniería didáctica. *Recherches en Didactique des mathématiques*, Vol. 9, n. 3, pp. 281-308, 1989.
4. BALACHEFF, N. Future perspectives for research in the psychology of mathematics education. En: P. Nesher & J. Kilpatrick (Eds), *Mathematics and cognition*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

5. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 21, n. 4, pp. 258-272.
6. BENEDITO, *Introducción a la Didáctica. Fundamentación teórica y diseño curricular*. Barcelona: Barcanova, 1987.
7. BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 4, n. 2, pp. 165-198, 1983.
8. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 7, n. 2, pp. 33-115.
9. *Petit x*, n. 21, pp.47 - 68. [Traducción castellana en la revista Suma, n. 4 y 5].
10. BURKHARDT, H. The roles of theory in a 'sistems' approach to mathematical, 1987.
11. Education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, n.5, pp. 174-177.
12. CENTENO, J. *Números decimales*. (Nº 5 Colección Matemáticas: cultura y aprendizaje). Madrid: Síntesis, 1988.
13. CHALMERS, A.F. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. Madrid: Siglo XXI, 1986.
14. CHEVALLARD, Y. *La transposition didáctica*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.

## EDUCAR EN CIENCIAS

Destinatarios: docentes de ciencias físico matemáticas en el nivel medio superior desde la perspectiva de la didáctica de la filosofía de la ciencia.

Duración: 20 horas cátedra (Taller presencial y lectura, apropiación de material y resolución de Trabajo Prácticos).

Propósito general: El propósito de esta actualización es brindar herramientas para "re-pensar" y "re-crear" la enseñanza de las ciencias físico matemáticas desde el papel del docente que como sujeto-actor del proceso de enseñanza, con libertad de decisión, desarrolla prácticas y discursos que dan cuenta de su posibilidad de crear. En este sentido se trata de pensar y trabajar aspectos de la práctica que le permitan escapar de dogmatismos y determinismos para enriquecer el proceso de aprendizaje.

### 8. ANEXOS:

Propósitos específicos:

#### 8.1 Programa de actualización disciplinar de las ciencias físico matemáticas del nivel medio superior desde la perspectiva de la didáctica de la filosofía de la ciencia

• Establecer un vínculo de intercambio y de información entre los docentes de la misma línea y matemática.

Métodos de trabajo:

• Lectura y discusión de los textos presentados en el programa de actualización disciplinar de las ciencias físico matemáticas del nivel medio superior desde la perspectiva de la didáctica de la filosofía de la ciencia.

• Lectura crítica de la bibliografía sugerida.

• Reflexión de las Actividades propuestas en el programa.

## EDUCAR EN CIENCIAS

**Destinatarios:** docentes de ciencias fisicomatemáticas en el nivel medio superior desde la perspectiva de la didáctica de la filosofía de la ciencia.

**Duración:** 20 horas cátedra (Taller presencial y lectura, apropiación de material y resolución de Trabajo Prácticos).

**Propósito general:** El propósito de esta actualización es brindar herramientas para “re-pensar” y “re-crear” la enseñanza de las ciencias físico matemáticas desde el papel del docente que, como sujeto-actor del proceso de enseñanza, con libertad de decisión, desarrolla prácticas y discursos que dan cuenta de su posibilidad de crear. En este sentido se trata de revisar y fortalecer determinados aspectos de la práctica que le permitan escapar de dogmatismos y determinismos para enriquecer el proceso de aprendizaje.

### **Propósitos específicos:**

- a. Revisar los fundamentos disciplinares y didácticos, en que debe sustentarse la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias físico matemáticas en el bachillerato
- b. Propiciar la reflexión individual y grupal sobre la epistemología implícita en las concepciones de los docentes.
- c. Alentar el debate en torno a la ciencias físico matemáticas que enseñamos y a los paradigmas que atraviesan dicha práctica.
- d. Establecer modos y vías de comunicación e información entre los docentes de la ciencia física y matemática.

### **Metodología de trabajo.**

- Análisis y discusión de los textos presentados en el programa de actualización disciplinar de las ciencias físico matemáticas del nivel medio superior desde la perspectiva de la didáctica de la filosofía de la ciencia.
- Lectura crítica de la bibliografía sugerida.
- Realización de las Actividades propuestas en el programa

**Requisitos de Evaluación y Acreditación.**

Las evaluaciones sirven no sólo como refuerzo de lo aprendido, sino también como nuevos aprendizajes, se propone las siguientes condiciones para la acreditación:

- a. Asistencia completa al encuentro docente
- b. Participación activa en el encuentro docente
- c. Participación activa en la comunicación entre los encuentros.
- d. Realización de todas las actividades propuestas en el programa y en la instancia presencial.
- e. Presentación de todos los trabajos del programa en el siguiente encuentro docente para socializar durante el mismo.

## EPISTEMOLOGÍA

Del griego, *episteme*, conocimiento; *logos*, teoría; "teoría del conocimiento". Se suele identificar la epistemología con la filosofía de la ciencia, por ejemplo Mario Bunge <sup>16</sup>, identifica a la epistemología con la filosofía de la ciencia, entendiéndola como la rama de la filosofía que estudia el conocimiento científico. Otros autores remiten a la Teoría del Conocimiento, cuando se estudia la naturaleza, origen y valor del conocimiento. Pero hay quienes consideran a la filosofía de la ciencia como más amplia que la epistemología.

Se ha comentado sobre la necesidad de incluir en los programas escolares objetivos que apunten a la alfabetización en ciencias. Se ha presentado argumentos que fundamentan la necesidad de instalar en la cultura general de los jóvenes la educación científica. Se ha mencionado algunas acciones tendientes a atender la situación de la falta de formación en ciencias que llevan a cabo científicos y políticos que han tomado conciencia de la importancia de la educación en ciencias. Se ha presentado casos que demuestran que la educación científica es una necesidad para el desarrollo individual y grupal de los ciudadanos.

Sin embargo, en países en los que se ha puesto énfasis en acciones tendientes a revertir estos problemas, se observa que éstos persisten al tiempo que el rechazo de los jóvenes por la ciencia sigue avanzando.

La situación en nuestro país no es diferente. Si bien las vocaciones se despiertan en muchos casos a través de diferentes actividades científicas juveniles tales como Olimpiadas y Ferias de Ciencias o Búsqueda de Talentos, rara vez se estimulan en la escuela.

Estudios que se han realizado al respecto muestran que se hace necesario dirigir la mirada hacia qué representación de ciencia tenemos los profesores y consecuentemente qué visión de ciencia le transmitimos a nuestros alumnos.

Los conocimientos científicos se construyen sobre la base de modelos que representan hechos de la naturaleza que necesitan ser explicados. Sin embargo, los saberes que transmitimos los profesores a los alumnos se alejan de los modos de llegar a la explicación de los fenómenos que realizan los científicos; hay una transmisión de conocimientos ya elaborados que deja en el estudiante la impresión, falsa, de que la

<sup>16</sup> Bunge M. 1985 Epistemología - Edit. Ariel .Barcelona, España

ciencia es cosa terminada. Se pierde así una excelente oportunidad de entusiasmar al estudiante permitiendo que descubra por sí mismo, mediante la práctica experimental a semejanza de la manera de trabajar de un científico, las distintas explicaciones. Si bien esta última afirmación vale para todos los niveles de la enseñanza, debemos decir que es en el nivel medio superior donde la distancia se agudiza. Es en el Nivel Inicial donde la enseñanza de la ciencia acerca al niño al modo en el que el científico llega a sus conclusiones. Para comprender adecuadamente el sentido de la epistemología, se sugiere lo siguiente:

- a) Comprensión de la epistemología por la parte del docente.
- b) Actividades con información significativa.

*"Visiones empobrecidas y distorsionadas que generan el desinterés, cuando no el rechazo, de muchos estudiantes y se convierten en un obstáculo para el aprendizaje (...). Ello está relacionado con el hecho de que la enseñanza científica –incluida la universitaria– se ha reducido básicamente a la presentación de conocimientos ya elaborados, sin dar ocasión a los estudiantes de asomarse a las actividades características de la actividad científica (Gil-Pérez et al., 1999).*

*De este modo, las concepciones de los estudiantes –incluidos los futuros docentes– no llegan a diferir de lo que suele denominarse una imagen "folk", "naif" o "popular" de la ciencia, socialmente aceptada, asociada a un supuesto "Método Científico", con mayúsculas, perfectamente definido (Fernández et al., 2002). Se podría argumentar que esta disonancia carece, en el fondo, de importancia, puesto que no ha impedido que los docentes desempeñemos la tarea de transmisores de los conocimientos científicos. Sin embargo, las limitaciones de una educación científica centrada en la mera transmisión de conocimientos –puestas de relieve por una abundante literatura, recogida en buena medida en los Handbooks ya aparecidos (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Perales y Cañal, 2000)– han impulsado investigaciones que señalan a las concepciones epistemológicas "de sentido común" como uno de los principales obstáculos para movimientos de renovación en el campo de la educación científica.*

*Se ha comprendido así que, si se quiere cambiar lo que los profesores y los alumnos hacemos en las clases de ciencias, es preciso previamente modificar la epistemología de los profesores (Bell y Pearson, 1992). Y aunque poseer concepciones válidas acerca de la ciencia no garantiza que el comportamiento docente sea coherente con dichas concepciones, constituye un requisito sine qua non (Hodson, 1993). El estudio de dichas concepciones se ha convertido, por esa razón, en una potente línea de*

investigación y ha planteado la necesidad de establecer lo que puede entenderse como una imagen básicamente correcta sobre la naturaleza de la ciencia y de la actividad científica, coherente con la epistemología actual.<sup>17</sup>

1. Una visión de contexto histórico-socialmente neutra.

2. Una visión más individualista y efímera.

3. Una concepción empírico-inductivista y atórica.

4. Una visión rígida, algorítmica, infalible.

5. Una visión aporofemática y ahistorica.

6. Una visión exclusivamente analítica.

7. Una visión acumulativa, de crecimiento lineal.

¿Qué tipo de acuerdo con lo que sustenta los valores?

Antes de iniciar el recorrido por las diferentes epistemologías que han predominado en la historia de la ciencia, ofrecemos una reflexión personal, que se origina a partir de una constante pregunta que nos hacemos:

**POR QUÉ LOS IDEÓLOGOS EN LAS CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS, TENEMOS QUE OBTENERLOS DE CONOCER LAS EPISTEMOLOGÍAS?**

Los científicos, en su quehacer no se preguntan "cómo hacen ciencia", ellos simplemente "hacen ciencia". De la misma manera en que un músico hace música, un artista realiza una escultura, un escritor escribe su obra, un científico hace ciencia. Los filósofos estudian los modos de "hacer ciencia", que los científicos o los grupos de científicos tienen, es decir, cuáles son las concepciones que marcan los paradigmas que sustentan cada ciencia. Los filósofos debemos conocer qué es la ciencia, los métodos y el contexto, ya que de esa manera podremos poder crear el ambiente que facilitará la adquisición del conocimiento que se quiere transmitir.

<sup>17</sup> Cómo promover el interés por la cultura científica, UNESCO, Santiago 2005

### ACTIVIDAD 1:

Describe cada una de las visiones empobrecidas y distorsionadas de la ciencia transmitida más frecuentemente por los docentes y que se presentan en la Referencia <sup>18</sup>

1. Una visión descontextualizada, socialmente neutra.
2. Una concepción individualista y elitista
3. Una concepción empiro-inductivista y atórica
4. Una visión rígida, algorítmica, infalible...
5. Una visión apromblemática y ahistórica
6. Una visión exclusivamente analítica
7. Una visión acumulativa, de crecimiento lineal

¿Está de acuerdo con lo que sostienen los autores?

Antes de iniciar el recorrido por las diferentes epistemologías que han predominado en la historia de la ciencia, ofrecemos esta reflexión personal, que se origina a partir de una constante pregunta que nos hacemos

### ¿POR QUÉ LOS EDUCADORES EN LAS CIENCIAS FÍSICA Y MATEMÁTICAS, TENEMOS QUE OCUPARNOS DE CONOCER LAS EPISTEMOLOGÍAS?

*Los científicos*, en su quehacer no se preguntan “cómo hacen ciencia”, ellos simplemente “hacen ciencia”. De la misma manera en que un músico hace música, un artista realiza una escultura, un escritor escribe su obra, un científico hace ciencia. *Los filósofos* estudian los modos de “hacer ciencia” que los científicos o los grupos de científicos tienen, es decir cuáles son las concepciones que manejan, los paradigmas que sustentan esas teorías. *Los educadores* debemos conocer ambos, la ciencia, los modos y el contexto, ya que de esa manera el docente podrá crear el ambiente que facilitará la adquisición del conocimiento que se intente transmitir.

---

<sup>18</sup> Íbidem

En principio, para comprender la ciencia de nuestra época es conveniente ante todo hacer un somero recorrido por las distintas concepciones históricas del concepto. Por ello, es necesario discriminar entre tradición clásica, ciencia moderna y ciencia reciente.

La tradición clásica, también conocida como ciencia clásica o antigua, de origen griego, tiene como principal exponente al filósofo *Aristóteles* (Siglo IV A.C.). La cosmología aristotélica concebía a la ciencia (*scientia*) como un modo de indagación esencialmente reflexiva. Por lo tanto, la escuela aristotélica impuso un *método demostrativo que trataba de llegar a la verdad por medio de la lógica*, basando generalmente sus afirmaciones en el sentido común y en observaciones cualitativas. Las características del universo aristotélico, tales como la finitud y la ausencia de vacío, se apoyaban endógenamente entre sí, adquiriendo de esta manera una coherencia que volvía muy persuasivos los argumentos del gran filósofo griego. Por ejemplo entonces, según el estagirita, carecería de sentido imaginar que un cuerpo pueda moverse indefinidamente en vecindades de la superficie terrestre (según sus palabras, “universo sublunar”). De allí, que argumentara en contra de la existencia del vacío en estos términos:

“...nadie podría decir por qué una cosa en movimiento en el vacío deba pararse en algún sitio; porque, ¿por qué debería pararse aquí y no allí? De este modo una cosa debería estar en reposo o moverse ad infinitum.”<sup>19</sup>

Si bien el concepto actual de ciencia nace en el Siglo XV, lo que ocurre luego en los Siglos XVI y XVII y que da lugar a la ciencia moderna, es lo que nos permite tener elementos de análisis de una concepción científica que trasciende el ámbito netamente educativo. De este modo, reflexionar acerca de las concepciones científicas nos conduce a internarnos en el terreno de la epistemología. Ésta será concebida en todo momento como aquella teoría del conocimiento científico que estudia los procesos de producción del saber. Claro está, esta definición supone entender al conocimiento como algo producido históricamente y socialmente.

Entre los Siglos XV a XVII aparecen movimientos científicos vinculados con el *empirismo, método que pone especial énfasis en la experimentación* como base para la

<sup>19</sup> Aristóteles. Obras completas, “La Física”, Bs. As., Bibliografía Omeba, 1967

construcción de todo conocimiento nuevo. Así, ya no se trataba de especular libremente, sino de controlar la especulación por medio de observaciones particulares. Surgen allí, nociones tales como las de experimento, laboratorio, instrumental y de diseño racional de experimentos.

Todo esto en coincidencia con la revalorización manual y técnica de la época, en la que las ideas emanadas de la técnica incidían a su vez sobre el conocimiento de la naturaleza.

La nueva ciencia no sólo podía brindar conocimientos, sino también originar aplicaciones prácticas, dando lugar a los llamados mecanicistas (Galileo, Torricelli, Newton). Galileo el más ilustre mecanicista de la primera mitad del siglo XVII, quién había orientado sus investigaciones hacia el estudio de los movimientos de los cuerpos que se mueven en proximidades de la superficie terrestre ( péndulos, cuerpos que ruedan en planos inclinados o que caen libremente), nunca fue un “astrónomo profesional”, pero en 1609, de manera accidental, cayó en sus manos un curioso instrumento que aumenta el tamaño de los objetos que se observan a través de él y lo empleó magistralmente para indagar las cosas que se ven en el cielo. El telescopio cambió sustancialmente su vida. Cada observación parecía, a su entender, entrar en conflicto con la cosmología aristotélica.

*“Galileo, no se contentó con descubrir los satélites de Júpiter; midió sus periodos de rotación y trató de diseñar una técnica para determinar la longitud en alta mar por la observación de sus eclipses”.<sup>20</sup>*

El método según el cual se llegaba a leyes y teorías universales por medio de la generalización de una serie de observaciones singulares, se correspondía con un tipo de *observación que se suponía objetiva, es decir, que no estaba afectada por la mediación del observador. De este modo, la ciencia se basaba en lo que se podía ver, oír, tocar, etc. y el método experimental se establecía como un conjunto de reglas de validez universal.*

---

<sup>20</sup> Pensamiento Científico I, ProCiencia, CONICET. Bs. As., 1997.

Newton, trabajó en la mecánica celeste, el estudio de los cuerpos celestes, partiendo de una de las objeciones de la gente de su época, que rechaza la idea de una tierra rotatoria; si la tierra giraba sobre sí misma, ¿por qué la fuerza centrífuga no lanza los objetos al espacio? La respuesta la encontró en la observación de los objetos al caer (la caída de una manzana), comprobó que debía existir una fuerza, todavía más fuerte que los atraía hacia la tierra. Observando la caída de un péndulo largo, calculó la aceleración descendente hacia la superficie terrestre. A continuación consideró el problema de la luna y por qué ésta no salía despedida en dirección del espacio, por lo que dedujo que debía existir una fuerza de atracción similar que afectaba lo bastante a la luna como para mantenerla en su órbita. Cualquiera fuera su origen, la inspiración fue notable, lo que hizo Newton fue descubrir un principio capaz de unir en una sola ley el comportamiento de los objetos terrestres y los objetos celestes como la luna”.<sup>21</sup>

De esta manera, se generó **una visión inductivista del conocimiento** que influye actualmente tanto en las investigaciones científicas como en los métodos de enseñanza de las ciencias física y matemáticas.

Así por ejemplo, hoy en día en las prácticas de laboratorio escolar, es usual recurrir a las cuatro etapas básicas que caracterizan al inductivismo para presentar el “método científico”

**Observación y registro de todos los hechos:** en una primera etapa se deberían observar y registrar todos los hechos.

**Análisis y clasificación de los hechos:** se propone el análisis de lo registrado y luego proceder a clasificarlos ordenadamente.

**Derivación inductiva de una generalización a partir de los hechos:** a partir de los datos procesados se deriva una hipótesis que solucione el problema basada en el análisis lógico de los datos procesados. Esta derivación de hipótesis se hace siguiendo un razonamiento inductivo.

**Contrastación:** en esta última etapa se deduce una implicación contrastadora de hipótesis. Esta implicación debería ocurrir en el caso de que la hipótesis sea verdadera;

---

<sup>21</sup> Cyril Aydon, Historia curiosas de la ciencia, 2006.

así si se confirma, la implicación contrastadora de hipótesis, quedará validada la hipótesis principal.

La fragilidad de este método se encuentra en que sostiene que cuando una ley física o matemática resulta repetidamente confirmada por nuestra experiencia podemos darla por cierta o, al menos, asignarle una gran probabilidad. Pero tal razonamiento, como ya fue notado por David Hume, no puede sostenerse en criterios estrictamente lógicos, puesto que éstos no permiten extraer (inducir) una ley general (universal) a partir de un conjunto finito de observaciones particulares. Incluso hubo filósofos que se consagraron al estudio científico de lo observable; únicamente de esta manera, sostenían, se proporciona un saber válido, denominado positivo por estar referido a los hechos. De allí el movimiento positivista, que tiene como precursores a los empiristas británicos Bacon, Berkeley, Locke y Hume.

*El positivismo clásico* es una epistemología, que surge a inicios del siglo XIX de la mano del pensador francés Augusto Comte y del británico John Stuart Mill; consideraba a la *observación como pura, objetiva y libre de hipótesis subyacentes*.

Al *Positivismo* se le suele caracterizar por **4 principios**:

1. Monismo Metodológico: entre la diversidad de los objetos temáticos de la investigación va a mantener que solo hay un único Método Científico.
2. La consideración que las Ciencias Naturales, exactas y en particular la Física y Matemática establecen un ideal metodológico que mide el grado de desarrollo y de perfección de todas las demás ciencias incluidas las Ciencias Humanas.
3. Consiste en considerar lo científico en término de leyes generales hipotéticas de la naturaleza incluida la naturaleza humana que incluyen dentro de sí las *cosas particulares*.
4. *El interés del conocimiento está orientado al control y al dominio de la naturaleza.*

En la década de 1920 se consolidó el positivismo lógico o neopositivismo, con la formación del llamado *Círculo de Viena*. El *Círculo de Viena* (Wiener Kreis en alemán) fue un movimiento científico y filosófico formado en Viena en el año 1922 por Moritz

Schlick y disuelto definitivamente en 1936. Este movimiento se ocupa principalmente de la lógica de la ciencia, considerando la filosofía como una disciplina encargada de distinguir entre lo que es ciencia y lo que no, y de la elaboración de un lenguaje común a todas las ciencias.

*El positivismo lógico* o también denominado posteriormente empirismo lógico o empirismo racional; sostiene que la filosofía debe tener el mismo rigor, como conocimiento, que la ciencia. La filosofía, y cualquier otra forma de conocimiento, debería tener un criterio estricto para juzgar las proposiciones como verdaderas, falsas o sin sentido. La metafísica debe ser eliminada de la filosofía y llevada al lenguaje expresivo como la poesía, pues sus enunciados carecen de método de verificación empírica, y como no son tampoco proposiciones de la lógica, entonces carecen de todo sentido.

Esta corriente fusionó el apego a la experiencia del positivismo clásico con las innovaciones de la lógica matemática. Dentro de este Círculo uno de sus más destacados exponentes fue Rudolf Carnap. También dentro de esta corriente, pero ya desde la Escuela de Berlín, se sumó el filósofo Carl Hempel (inductivista sofisticado), quien consideraba que si una ley teórica o empírica ha sido contrastada sucesivas veces, con resultados favorables, la ley se encontraría así confirmada. En cambio Carnap, desde su posición empirista, consideraba que no se llega a las leyes teóricas por inducción, aceptando el *método hipotético-deductivo*: a partir de las leyes empíricas, se conjeturan leyes teóricas, que expliquen dichas leyes empíricas y predigan nuevas leyes empíricas. Hay un ejemplo muy célebre vinculado con la historia de las ciencias física y matemática. A fines del siglo XVII, se disponía de una gran cantidad de leyes empíricas referidas al movimiento de los cuerpos terrestres y celestes, tales como las del péndulo, las de caída libre y de los proyectiles (de Galileo) o las de movimientos planetarios (de Kepler). Estas leyes parecían desconectadas entre sí, pero la teoría mecánica permitió deducirlas a partir de cuatro leyes teóricas que formuló Newton en 1687.

Si bien hay diferencias en los métodos de Carnap y Hempel, éstos acuerdan en que el conjeturar hipótesis o teorías deriva de un acto creador por parte del científico. Esta creatividad se opone a la concepción de que se arriba a la ley teórica por medio de

rigurosos procedimientos. El químico Kekulé afirmó haber soñado, en 1865, la estructura teórica del benceno. Esto es lo que narra acerca de su sueño:

*“Mi ojo mental, agudizado por repetidas visiones de esta clase, distinguía ahora estructuras más grandes, de formas diversas. Largas filas, a veces estrechamente unidas, todas en movimiento, retorciéndose como serpientes. Pero veamos, ¿qué es eso? Una de las serpientes había asido su propia cola, y la forma se movía en torbellino y burlonamente ante mis ojos. Desperté, como sacudido por un relámpago, y esta vez pasé desarrollando las consecuencias de la hipótesis. Si aprendiéramos a soñar, señores, entonces quizá encontraríamos la verdad. Debemos tener cuidado, sin embargo, de no publicar sueños antes de someterlos a prueba con la mente despierta.”*<sup>22</sup>

Ya para fines del Siglo XX, el epistemólogo vienés Karl Popper expresó que la ciencia procede a través de refutaciones y no por confirmación. De este modo, propone una metodología de trabajo que rechaza a la inducción, por resultar imposible verificar, confirmar o asignarle un grado mínimo de probabilidad a una ley a partir de un método induccionista. Por el contrario, Popper considera más apropiado probar hasta qué punto una ley cualquiera es pasible de trascender sucesivos testeos. También llamada falsacionismo, esta corriente supone que las hipótesis que son más falsables son aquellas que informan más, que son más audaces, que arriesgan más y que, por lo tanto, ofrecen más oportunidades de ser refutadas. Así, contrastar una ley o teoría es tratar de refutarla, si no se logra, ésta queda corroborada y pasa a pertenecer al campo de la ciencia.

**La versión del método propuesto por Popper es hipotético deductivo, pero en él la inducción no es tenida en cuenta.**

*Un ejemplo lo constituyen las teorías del sistema solar de Kepler y de Newton. Hay muchas más oportunidades de falsar la teoría de Newton, ya que ésta es más amplia, más abarcativa y por lo tanto pretende informar más que la teoría de Kepler. Sin embargo la teoría de Newton resistió una enorme cantidad de intentos de falsación,*

---

<sup>22</sup> Citado por Mario Bunge en “Intuición y ciencia”, Bs. As., Eudeba, 1973.

*muchos de los cuales no fueron resistidos por la teoría de Kepler. Las elipses introducidas por éste hacían que el planeta describiera una figura perfecta, cuasi ideal; y esto podría haber sido válido de haber existido un único planeta que se trasladara de esa forma alrededor del sol, pero hay perturbaciones existentes en los recorridos de los planetas, debido a la gravedad que ejercen sobre cada planeta el resto de ellos.*<sup>23</sup>

Transcribiré cuatro proposiciones que sintetizan los aspectos de la epistemología de **Karl Popper, el racionalismo crítico**, según Fernando Lang Da Silveira<sup>24</sup>

- a) La concepción según la cual el conocimiento científico es descubierto con conjuntos de datos empíricos (observaciones/experimentaciones neutras, libres de presupuestos)- método inductivo-, es falsa.
- b) No existe observación neutra, libre de presupuestos; todo el conocimiento está impregnado de teoría.
- c) El conocimiento científico es creado, inventado, construido con el objetivo de describir, comprender y actuar sobre la realidad.
- d) Las teorías científicas no pueden ser demostradas como verdaderas; son conjeturas, virtualmente provisionarias, sujetas a reformulaciones, a reconstrucciones

En las últimas décadas se le ha dado importancia al contexto en el cual surgen las hipótesis de una teoría, referido a creencias y al comportamiento social e ideológico de las comunidades científicas en un determinado momento histórico. Entre los autores que más han atendido a este tema tenemos al filósofo científico **Thomas Kuhn, quien elabora un modelo de cambio de las teorías científicas a través de sucesivas revoluciones científicas.**

Según él, la cuestión del grado de susceptibilidad, resistencia y temple de una cierta hipótesis o teoría –tan cara quizá a Popper–, pasa a segundo plano en virtud del lugar que ocupa ahora la idea de contexto. Ya no se trata tanto de ver si una cierta teoría resiste a diferentes intentos de refutación sino más bien de ver en qué contexto científico de época surge. Así, resulta de mucha importancia su concepto de **paradigma**,

---

<sup>23</sup> Pensamiento científico. Prociencia Conicet, Bs. As., 1997.

<sup>24</sup> Revista de Enseñanza de la Física, Vol.10-Nº1 - Mayo 1997.

el cual se refiere justamente a una red de ideas o nociones que se sostienen casi como un sentido común entre los científicos en un contexto histórico determinado. De esta manera, una teoría no se abandona porque pueda o no ser falsada, sino que un nuevo paradigma triunfa sobre el anterior. El cambio de paradigma se produce cuando aparece otro con mayor capacidad explicativa, capaz de resolver problemas que el antiguo no pudo.

Un paradigma determina tanto los problemas a investigar como los métodos, se refiere a modelos y concepciones teóricas compartidas por la comunidad científica. *De modo que Kuhn acuñó el concepto de paradigma como aquel conjunto de prácticas que definen una disciplina científica durante un período específico de tiempo.*

La tesis central de Kuhn es que los descubrimientos científicos se dan, casi siempre, como un proceso de acumulación gradual de conocimientos y de comprensión, toda vez que nos movamos en los límites de lo que llamó la "*ciencia normal*". Sin embargo, de vez en cuando surge un nuevo paradigma (un nuevo modelo revolucionario) que cambia dramáticamente la visión de la realidad subyacente que una ciencia en particular intenta explicar. Si el nuevo modelo resulta que explica fenómenos hasta entonces misteriosos, trae un período de agitación en la comunidad científica que poco a poco intentará asimilar sus implicancias.

Las siguientes son algunas de las revoluciones científicas más notables, todas representan cambios de paradigmas: (extraídas de Historias Curiosas de la Ciencia, Cyril Aydon) *el modelo del sistema solar con el sol como centro; la ley de gravitación universal; la tabla periódica de los elementos; la evolución mediante la selección natural; el modelo planetario del átomo; la relatividad especial y general; el universo que se expande; la estructura del ADN; las placas tectónicas.*

Para Kuhn en su libro, Estructuras de las Revoluciones Científicas, un nuevo paradigma puede incorporar conceptos del viejo paradigma, aunque estos suelen emplearse en forma diferente, sufriendo un cambio de significado.

*Por ejemplo, en el paso de la astronomía ptolemaica (geocentrismo-geostatismo) a la astronomía copernicana (heliocentrismo-helioestatismo), el término "planeta" significaba, en el primer caso, "astro que viajaba alrededor de la tierra" y a partir de Copérnico, "astro que viaja alrededor del sol". Para Ptolomeo esos viajeros eran siete: Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno, la Luna y el Sol, ya que la tierra estaba estática; mientras que para Copérnico, además de los cinco primeros planetas*

mencionados anteriormente, dejan de serlo la luna y el sol y entra en esta clasificación la tierra. Aquí se observan dos hechos simultáneos frente al cambio teórico: a) variación radical del significado del término "planeta", b) un cambio de significado que afecta la referencia misma, en un caso los planeta son siete y en el otro son seis.<sup>25</sup>

Otro de los filósofos de las ciencias de la segunda mitad del siglo XX, es el húngaro Imre Lakatos ( Hungría 1922-Londres 1974), quién estudió bajo la tutela de K. Popper; su trabajo es conocido como el esquema para la evaluación del progreso (y/o degeneración) del conocimiento científico de cualquier área científica de investigación. Lakatos toma de Popper el racionalismo crítico, en cuanto considera que el conocimiento científico es racional y es la crítica el vehículo de ese crecimiento. Además desde su metodología revisa el falsacionismo de Popper y define que la refutación no solo es probar que una teoría es falsa, sino tener otra mejor que la que ha sido refutada. En otras palabras, la falsación consiste en un triple enfrentamiento entre dos teorías rivales y la experiencia.

Las teorías rivales se confrontan con la experiencia; una es aceptada y la otra es refutada. La refutación de una teoría depende del éxito total de la teoría rival.

Así, Lakatos a estos conjuntos de teorías los denomina "**Programas científicos de investigación**" (PCI).

De Kuhn toma la importancia de contextualizar la explicación del crecimiento de la ciencia y la tenacidad de los científicos.

*Para Lakatos, pues, la tenacidad se vuelve la fuerza que impulsa a los científicos a defender racionalmente su programa con hipótesis y definiciones, en el mejor de los casos, con cambios progresivos en el programa, o bien, en el peor de los casos, con cambios degenerativos en el mismo. En todo caso, la tenacidad psicológica kuhniana se ha transformado en tenacidad racional lakatosiana.<sup>26</sup>*

Entonces el cambio progresivo de una teoría o programa de investigación, se dará cuando ésta sea teórica y empíricamente progresiva, es decir por un lado pueda predecir

---

<sup>25</sup> Edgardo Datri, Un Kuhn y un Hacking de bolsillo, cap. 3°.

<sup>26</sup> <http://biblioteca.itam.mx/estudios/estudio/estudio02/sec>

hechos nuevos, inesperados, y por otro lado, algo del exceso empírico sea corroborado. En caso contrario el programa se considerará degenerativo.

El elemento histórico en la metodología de Lakatos tiene dos aspectos: una historia interna, es decir, la discusión y confrontación intelectual, en un área específica de las teorías que la integran, y otra la historia externa que se refiere a las circunstancias psicológicas y sociológicas existentes en la actividad de investigación de los científicos al llevar a cabo la historia interna de un área.

Para ampliar sobre el tema adjuntamos a la bibliografía el trabajo "LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA DE IMRE LAKATOS: LA METODOLOGÍA DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN" de Fernando Lang da Silveira <sup>27</sup>

En la sección LAS EPISTEMOLOGÍAS DE POPPER Y LAKATOS Y LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS comienza "Reiteradamente diversos autores han insistido que la educación científica, en especial la enseñanza de las ciencias físico matemáticas, la química y la Biología, debé buscar en la filosofía de la ciencia una fundamentación sólida y actualizada".

Finaliza citando una experiencia que fue probada con 305 alumnos universitarios, en la que pusieron en práctica una estrategia fundamentada en las epistemologías de Popper y Lakatos para estudiar el cambio de las concepciones alternativas sobre "fuerza y movimiento" y sobre "corriente eléctrica" que recomendamos leer.

Otro filósofo de las ciencias, contemporáneo de Lakatos, fue Paul Kart Feyerabend, (Viena, 1924 - Zúrich, 1994) filósofo de la ciencia que a lo largo de su vida ha experimentado una evolución constante (popperiano, antirracionalista, empirista, antiempirista, antipositivista, relativista...) siempre con un alto grado de anarquismo y criterio crítico. Es uno de los dos coautores de la Tesis de la Inconmensurabilidad Feyerabend, sostiene que la ciencia es esencialmente una actividad anarquista y que un anarquismo teórico no sólo es más realista y humanitario, sino que promueve mejor el progreso de la ciencia y la sociedad. La historia de la ciencia da muestras de cómo la idea de ciencia se ha visto modificada profunda y radicalmente muchas veces en su historia.

Del mismo modo, los criterios de experimentación, verificación, observación medición, etc., han sido transformados de una generación a otra. Lo que nos lleva a los dominios

---

<sup>27</sup> Revista de Enseñanza de la Física, Vol.10 - Nº2 - Octubre 1997.

del principio de inconmensurabilidad, que fue redefinido tanto por Kuhn como por Feyerabend. No solo los estándares científicos son peculiares a ciertas condiciones sociales e históricas, sino que debemos abandonar toda intención de evaluar una teoría comparándola con otra para encontrar cuál es la mejor.

Según él no existen principios universales de racionalidad científica; el crecimiento del conocimiento es siempre peculiar y diferente y no sigue un método prefijado o determinado. Y defiende (de acuerdo a lo mencionado anteriormente) el valor de la inconsistencia de la ciencia y la anarquía de la ciencia.

En su revisión crítica del empirismo nos muestra que el trabajo científico por ejemplo, es posible iniciarlo formulando hipótesis que contradigan teorías sólidamente confirmadas o resultados experimentales corroborados hasta ese momento. Nada se pierde partiendo de esta forma en el trabajo científico en términos metodológicos, sin embargo, se puede ganar una nueva perspectiva que la teoría dominante no permitía considerar debido al requisito de consistencia entre hipótesis y teoría. Feyerabend dice que este requisito es el que impide el progreso científico porque busca la preservación de la teoría dominante, y no la mejor teoría o la más útil. Por otra parte, la proliferación de teorías o “pluralismo teórico”, otra característica esencial de su posición filosófica, es beneficiosa para la ciencia, mientras el uniformismo teórico favorece el dogmatismo e inutiliza el poder crítico de los científicos.

Para una mirada sobre el trabajo de Feyerabend, **el anarquismo epistemológico** y sus refutaciones a otras epistemologías sugerimos el trabajo de Ana Carolina Krebs Pereira Regner<sup>28</sup>

Podemos concluir que se ha pasado de caracterizar a la ciencia por el método y una aplicabilidad universal de este (empirismo Siglo XVI y XVII) a una visión de ciencia centrada en los modelos teóricos y programas (nuevas filosofías de la ciencia, Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend), definida como una actividad cognitiva.

---

<sup>28</sup> Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 10-Nº2, octubre 1997.

## ACTIVIDAD 2:

A continuación le presentamos algunas aseveraciones para que den su opinión acerca de ellas:

- a) La filosofía de la ciencia y más precisamente la epistemología, no puede quedar ajena al saber del docente.
- b). Las diferentes “corrientes” dan puntos de vista reflexivos acerca de la ciencia. Se trata de diferentes teorías que surgen de estudios de quienes se interesan por el modo de producción del conocimiento: Positivismo, Determinismo, Asociacionismo, “Revolucionismo”...
- c) La filosofía es parte de la cultura y por lo tanto debemos mantenernos informados para poder introducir el tema en clase. En la formación de los jóvenes debe incluir ese conocimiento. Desarrolla el pensamiento lógico.
- d) La manera de conceptualizar la ciencia penetra en la manera de enseñar ciencia.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Informe de las Comisiones Disciplinarias, Física, 2006

## ¿QUÉ CIENCIA ENSEÑAR?

Es importante tener en cuenta que, aunque el objetivo de la enseñanza consiste en que el alumno utilice los conceptos y modelos científicos, la ciencia de los expertos y la ciencia enseñada en el aula no son idénticas.

Lo que queremos señalar “es que, en una situación de enseñanza y aprendizaje, la ciencia de la que el profesor habla en el aula es diferente de la del científico ( y también diferente de la que construye el alumno).

La ciencia escolar es producto de una reelaboración del conocimiento de los expertos que, como indica Sanmartí (2000), no debe confundirse con una simplificación, sino que es la construcción de un nuevo modelo que incluye distintos conceptos, lenguajes, analogías e incluso experimentos. A este proceso Chevallard lo llamó transposición didáctica, y lo definió como la reformulación del conocimiento científico en el contexto escolar.

Esta reformulación puede adoptar muchas variantes, en algunos casos se tiende a suprimir lo complejo y abstracto y solo seleccionar experiencias y ejemplos que funcionan bien. No se tiene en cuenta la relación con el contexto del alumnado por considerar a las situaciones reales muy complejas. Como resultado de estas reformulaciones tenemos ciencias fragmentadas, en las que es difícil percibir su utilidad, donde los conocimientos no se encuentran vinculados con la realidad y se promueve que el alumnado vea las cosas de una determinada manera, más que tratar de entender lo que ven.

La consecuencia de esta reformulación inadecuada, según Jiménez y Sanmartí (1997) es que, *siendo compleja la ciencia se enseña como si fuese sencilla; siendo una construcción humana sujeta a cambios a veces radicales, se enseña como si hubiese tenido un desarrollo acumulativo.*

### ACTIVIDAD 3:

¿Qué opina usted con respecto a la postura, resaltada y subrayada, de Jiménez y Sanmartí y lo expresado por Leonardo Moledo, matemático, escritor y periodista científico, en el siguiente texto?<sup>30</sup>

*Usted presenta a la ciencia como algo simple y al alcance de todos. ¿Es realmente así?*

*“La ciencia es un gran relato que el hombre se cuenta a sí mismo sobre el mundo y que el mundo le cuenta al hombre sobre él. Para mí tiene tanta fuerza y belleza como los relatos mitológicos. Pensar que el universo empezó con una gran explosión, que se fue desplegando en gases que se concentraron en estrellas que explotaron y dieron lugar a otras, tienen un encanto muy parecido al de los mitos.*

*Se piensan que son cosas difíciles y complejas de entender que sólo están en manos de los científicos. Eso es falso. De hecho en el programa de la <sup>31</sup> secundaria se explica casi toda la ciencia que se conoce hoy en día, pero arrasan con todo su misterio.”*

A veces la transposición didáctica se hace descomponiendo un campo en fragmentos: conceptos y procedimientos que se enseñan por separado sin considerar sus relaciones y aquella desvirtúa el conocimiento científico.

Por ello pensar en una transposición más integrada, holística, en la que se parta de las ideas del alumnado y se vayan introduciendo nuevos conceptos, experimentos o analogías a medida que sean necesarios para estudiar determinados fenómenos, achica la brecha entre la ciencia del experto y la ciencia escolar.

Adherimos a las ideas de Chevallar <sup>32</sup> cuando se refiere a la matemática pues son válidas, también, para la adquisición del saber físico,

*El profesor debe recontextualizar y repersonalizar los conocimientos para que ellos puedan tener sentido para los estudiantes. Así el profesor debe simular una microsociedad científica para que los conocimientos tengan un lugar de surgimiento.*

---

<sup>30</sup> Informe de las Comisiones Disciplinarias – Física, 2006.

<sup>31</sup> "Conocer es resistir" por Gisela Grunin *Entrevista publicada en el suplemento Cableniños* (Telam-UNICEF), México, 8 de enero de 2003.

<sup>32</sup> Chevallar, I. *La transposición didáctica*, Aique, 1997.

Vamos a comentar algunas características que pueden ilustrar las diferencias que existen entre el trabajo científico y el aprendizaje de nuestros alumnos.

En el caso del investigador, en la construcción del conocimiento científico, se puede pensar a priori que no suele existir una guía que sabe a dónde va a llegar, ni el camino definido para hacerlo. Sin embargo, en el aula alguien regula la información y facilita situaciones problemáticas: el profesor, que debe conocer el producto y el proceso que se dispone a enseñar.

Por otro lado, en el caso de la comunidad científica, el objetivo es construir un "conocimiento desconocido", ampliando, modificando o cuestionando el existente. En el aula, tratamos de construir algo que ya fue construido por otros, aunque desde la perspectiva del alumno se trata también de la construcción de algo nuevo.

También podemos señalar que la construcción de cada conocimiento en las ciencias se alimenta de los aportes de muchos investigadores, unos contemporáneos y otros no. En el caso del aprendizaje de cada alumno, el conocimiento se nutre de sus ideas previas y experiencias personales.

Otro aspecto diferencial es la forma en que circula el conocimiento entre los investigadores y entre los alumnos. Son factores fundamentales para tener en cuenta, la información, el lenguaje, la comunicación o la argumentación, porque son las herramientas que comparte una determinada población, programa de investigación o paradigma para hacer posible la evolución y el avance de sus ideas.

#### **ACTIVIDAD 4:**

**¿Qué opinión le merece la siguiente afirmación?**

**“La ciencia a enseñar no es otra ciencia. Lo que hay que saber es cómo aprenden ciencias los alumnos”.**

Con respecto a la ciencia a enseñar incluimos en la Bibliografía la Introducción del libro “La ciencia en el que hacer docente” con el objeto de analizar la propuesta que presentan los autores. Recomendamos la lectura de la publicación<sup>33</sup>

8.2. Ensayo sobre epistemología

---

<sup>33</sup> 35 Gabriel Gellon et al. La ciencia en el aula, Bs. As. Paidós, 2005.

*¿Qué es la ciencia?*

*¿Cómo en el principio fue la curiosidad?*

Isaac Asimov<sup>94</sup>

*La ciencia se define de la herencia de la función grupal, la transmisión grupal del  
modo de pensar, más que por su origen.*

## 8.2 Ensayo sobre epistemología

El propósito del tratado es presentar la concepción que de manera indirecta y personal hacen los autores de la ciencia, además acerca del proceso de enseñanza de la ciencia, en especial de áreas como las matemáticas y las ciencias naturales, a nivel bachillerato. Una vez planteada alguna posible deficiencia, se comentará la propia experiencia docente para intentar resolverla.

<sup>94</sup>Asimov Isaac. *NOVENA GUÍA DE LAS CIENCIAS FÍSICAS*, 623

<sup>95</sup>Isaac Asimov. *HISTORIA SOCIAL DE LA EDUCACIÓN*, VOL. LIMCEU 1993

## 1. PROPÓSITOS:

### *Qué es la ciencia ?*

Casi en su principio fue la curiosidad

Isaac Asimov<sup>34</sup>

*La ciencia se deriva de la herencia de la filosofía griega, la transición griega del mito al conocimiento fue su origen ...*

Antonio Santoni<sup>35</sup>

El propósito del tratado es presentar la concepción que de manera indirecta y personal hacen los autores de la ciencia, además acerca del proceso de enseñanza de la ciencia, en especial de áreas como matemáticas y las ciencias naturales, a nivel bachillerato. Una vez planteada alguna posible deficiencia, se comentará la propia experiencia docente para intentar resolverla.

---

<sup>34</sup>Asimov, Isaac, NUEVA GUÍA DE LA CIENCIAS FÍSICAS, p27

<sup>35</sup>Santoni, Antonio. HISTORIA SOCIAL DE LA EDUCACIÓN, VOL 1, IMCED 1995

## 2. DESARROLLO O CONTENIDO:

Ciertamente que en un principio, el someter a la ciencia a un análisis de carácter filosófico me ha parecido absurdo, pues la ciencia ES por sí misma. A mi nunca se me hubiera ocurrido que se pudieran cuestionar situaciones tales como la validez de las formas que la ciencia tiene para evolucionar. Sin embargo, en este momento me parece muy válido, sobre todo, porque hacerlo pone de manifiesto que si el "hacer ciencia" no es una tarea que sea clara en sus propósitos y formas, de ninguna manera puede esperarse que el enseñarla resulte un trabajo que se limite únicamente a transmitir a los educandos los resultados que se hayan encontrado como los que normalmente aparecen en los libros de texto escolares sobre todo de matemáticas y de Física.

En cambio de la lectura y socialización en grupo de *Antonio Santoni*<sup>36</sup> estoy consciente de que en especial (por interés personal) la Matemática y/o la Física tiene una historia, una evolución, que fue, siempre, de formas inferiores a lugares superiores aunque no por esto lo verdaderamente importante es conocer el final de esa historia. De lo anterior me nace la inquietud de revisar otras fuentes originales como *Los elementos de Euclides*, *El método de Descartes*, *Textos de Euler*, *etcétera* para extraer ideas didácticas y llevarlas a mis alumnos. Pongo la mano en fuego a que son textos mucho mejores que publica el Pérez-Smith actual (la referencia es totalmente impersonal).

Establecer estrategias para enseñar, que sean rígidas en su método, no puede resolver el problema que para los alumnos representa adquirir nuevos conocimientos, pues generalmente estas formas rígidas nunca permiten entender que motivó, cuál fue el proceso o que perseguían los científicos para acceder al conocimiento que cada uno de ellos ha legado al ser humano.

Cuestionarse acerca de situaciones como las anteriores puede permitir a los profesores entender un poco la forma en que los alumnos piensan y por lo tanto.

---

<sup>36</sup>Santoni, Antonio. HISTORIA SOCIAL DE LA EDUCACIÓN. IMCED

buscar maneras más adecuadas para el conocimiento que se pretende hacer llegar a ellos resulte, no solamente accesible, sino atractivo.

Uno de los problemas más serios que se han podido detectar para que el aprendizaje resulte eficiente, es la falta de motivación para aprender. Supongo que motivar a un alumno para que aprenda Física y/o matemáticas, por ejemplo, no puede hacerse si se pretende que tal motivación pueda nacer solamente del encanto intrínseco que la Física y/o Matemáticas poseen, desgraciadamente a nuestros alumnos es difícil convencerlos de que: " ..., la iniciación en el maravilloso mundo de la Ciencia causa gran placer estético, inspira a la juventud, satisface el deseo de conocer y permite apreciar las magníficas potencialidades y logros de la mente humana" .

Puesto que los alumnos a quienes están dirigidos nuestros esfuerzos son parte medular de nuestra sociedad, a ellos les interesan actividades prácticas (desde luego más mundanas) y que todo su esfuerzo tenga una recompensa, así como un propósito bien definido, por eso se cuestionan: „Matemáticas y/o Física ) Por qué?, ) para que me sirven a mi ?.

Desde luego que se les pueden dar, y explicar, gran número de razones en términos de su propia experiencia, tal como que para ir a la tienda, a las tortillas, a comprar un pantalón, para cobrar o pagar un servicio prestado, etc., es necesario que sepan matemáticas, pues de otra manera difícilmente podrán saber si lo que pagan es realmente lo justo a cambio de lo que compran.

Sólo hay un problema, estos ejemplos casi nunca son lo suficientemente convincentes, pues tienen argumentos que aparentemente dan por tierra con el intento de "motivarlos", alguno de ellos es que para satisfacer este tipo de necesidades no es necesario aprender álgebra o trigonometría mucho menos otros temas avanzados .

En el caso de la Física, ocurre algo mucho más complejo, pues los ejemplos para motivarlos casi siempre hacen referencia a los avances de la tecnología.

Solamente que el conocimiento que ha permitido dichos progresos tecnológicos está tan lejos de su propia realidad, aunque tengan acceso a los servicios que la tecnología ofrece no ven razón alguna para intentar complicar sus existencia tratando de entender algo que ya está hecho.

Una posible solución a esta falta de interés o desmotivación, es platicar a los alumnos como la ciencia evoluciona a partir de ideas sencillas, hasta alcanzar el estado actual de conocimiento. Así mismo, el desarrollo histórico de algunos descubrimientos y/o ramas de las matemáticas puede ayudar a humanizarlos, esto permitiría que ya no se vieran como algo que es inaccesible y que fue hecho o descubierto por inspiración divina, ya que generalmente, todo aquello que está relacionado con la ciencia, cae dentro de un terreno místico.

Ahora bien, la única manera para que el "hacer historia" sobre las ciencias tenga un poco de éxito, es intentar ubicar al alumno en el contexto social, económico y cultural de los hombres que han realizado los avances escogidos para ejemplificar la importancia de ciencia o de la tecnología, vista como una aplicación directa de ella.

Un ejemplo de lo anterior, es la historia de cómo nacen los descubrimientos científicos<sup>37</sup> y que siempre fue de formas inferiores a lugares superiores, aunque no por esto lo verdaderamente importante es conocer el final de esa historia. Para cambiar la idea de una ciencia por inspiración, ejemplos como el descubrimiento de los planetas exteriores de nuestro sistema solar es gratificante, pues muestra que con empeño y dedicación, no únicamente con conocimientos de las cosas, se puede tener acceso a conocimientos y descubrimientos sorprendentes.

Que se tenga información como la mencionada, permite cambiar la mentalidad no únicamente de los alumnos, también de los profesores, de que las matemáticas y la física se reduce al simple uso de fórmulas. Debido a que muchas ramas de la ciencia, si no todas, están interrelacionadas, resulta de suma importancia tener

---

<sup>37</sup>Asimov, Isaac. MOMENTOS ESTELARES DE LA CIENCIA. ALIANZA EDIT

claro que las matemáticas, a cierto nivel, solamente son un lenguaje que permite hacer descripciones y manipulaciones con mucha facilidad y claridad. Pero debe tenerse cuidado y no caer en el error de suponer que todo puede resolverse utilizando "métodos" establecidos a través de tal lenguaje, pues es fácil comprobar que no siempre dichos métodos son capaces de proporcionar la respuesta a los problemas que se plantean.

### REFLEXIONES:

Al elaborar el presente escrito, he intentado plasmar unas pocas situaciones que durante mi práctica docente se han presentado, ya sea por propia inquietud o por cuestionamientos que mis alumnos han hecho. La importancia que yo asigno a estas inquietudes, es que no han quedado como simples curiosidades u ocurrencias simpáticas de mis alumnos, ni como anécdotas chuscas sobre la forma en que he logrado salir, mas o menos librado, de situaciones ante las cuales otros profesores no han sabido enfrentar. Una de las cosas que, a partir de necesidades planteadas por situaciones como las descritas anteriormente, me he visto obligado a hacer, es buscar **ALGUNOS HECHOS HISTÓRICOS** como los descritos en la bibliografía de *Antonio Santoni* y de *Isaac Asimov*, no necesariamente relacionados con la física o la matemática, que me permitan resaltar la importancia que la ciencia ha tenido a lo largo de la historia del ser humano, pero sobre todas las cosas, considero de suma importancia que los alumnos logren darse cuenta que todos aquellos grandes monstruos de la ciencia, no han adquirido su sabiduría y conocimiento por accidente favorable para ellos y que de ninguna manera dicho conocimiento les está vedado, sino por el contrario, está en espera de que alguno de ellos logre encontrarlo.

Por otra parte, tuve la idea de escribir el trabajo solicitado en los términos que lo hice, por que me pareció que hay analogía entre la forma en que se pretende hacer ciencia y la manera que se cree es la mejor para enseñarla, igualmente considero que hay una analogía entre las deficiencias que ambas actividades presentan.

La mayor deficiencia desde mi punto de vista es que ambas proponen métodos o formas rígidas, que no permiten intentar absolutamente nada que esté fuera del contexto que normalmente se considera como el adecuado es decir no salirse de su contexto.

#### BIBLIOGRAFÍA.

1. ASIMOV, Isaac. Momentos estelares de la ciencia. Alianza Editorial, 1997.
2. ASIMOV, Isaac. Nueva Guía de la Ciencia. Ciencias Físicas, 2000.
3. COLLETE , Jean. Historia de las matemáticas. Siglo veintiuno editores, 2001
4. DESCARTES, René. Discurso del Método. Siglo veintiuno editores, 1999.
5. PEREZ , Ruy. Como acercarse a la Ciencia. Limusa, 1998.
6. SAGAN, Carl. El mundo y sus demonios. Planeta editores, 1995.
7. SANTONI, Antonio. Historia Social de la Educación. IMCED , 1998.