

125

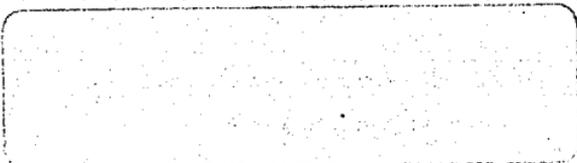
2 Ejen



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

FILOSOFIA DE LA CIENCIA.  
¿UNA NUEVA VISION?



presenta

Tesis que para obtener el título de Ingeniero Químico  
presenta Eugenio Diego Treviño Alemán



MEXICO D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1994



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUÍMICA

Jurado asignado.

Presidente.	Prof. Dr. Andoni Garriz Ruiz.
Vocal.	Prof. Dr. Alejandro Pisanty Baruch.
Secretario.	Prof. Dr. Carlos Amador Bedolla.
1er. suplente.	Prof. Elizabeth Nieto Calleja.
2do. suplente.	Prof. Horacio García Fernández.

Sitio donde se desarrolló el tema: Facultad de química UNAM.

Asesor del tema: Dr. Carlos Amador Bedolla.

Supervisor técnico: Lic. Salvador Mendiola Mejía.

Sustentantes: Eugenio Diego Treviño Alemán.

Carlos Enrique Fix Fierro.

**A mis abuelitos Eugenio y Francisco.  
A mis abuelitas Sole y Licha.  
A mi tía Elena.  
A mis papás y mis hermanos.**

**Con mucho cariño.  
Eugenio.**

**A toda mi familia.  
A todos los que nos ayudaron en la elaboración de este trabajo.**

**Gracias.  
Carlos.**

## Sumario.

1. Un cuento para empezar.	11
2. Introducción.	15
3. Marco conceptual de la filosofía de la ciencia experimental.	19
3.1. ¿Qué es la filosofía de la ciencia experimental?	21
3.1.1. La ciencia experimental.	25
3.1.2. La filosofía.	28
3.1.2.1. El problema de definir filosofía.	29
3.1.3. La filosofía de la ciencia.	31
4. Exposición histórica de la filosofía de la ciencia.	33
4.1. Introducción.	35
4.2. Los Presocráticos.	36
4.2.1. Los Jónicos.	36
4.2.2. Los Atomistas.	36
4.2.3. Conclusiones sobre el período Presocrático.	37
4.3. Período Socrático.	37
4.3.1. Platón.	38
4.3.2. Aristóteles.	39
4.4. La Edad Media.	40
4.4.1. Alberto Magno.	40
4.4.2. La filosofía experimental en la época Escolástica.	41
4.4.2.1. Roberto Grosseteste.	41
4.4.2.2. Roger Bacon.	42
4.4.2.3. Guillermo de Ockham.	42
4.4.2.4. Valoración del pensamiento Medieval.	43
4.5. La edad Moderna.	45
4.5.1. El Renacimiento. La Revolución Científica.	45
4.5.1.1. Nicolás Copérnico.	46
4.5.1.2. Tycho Brahe.	47
4.5.1.3. John Kepler.	47
4.5.1.4. Galileo Galilei.	48
4.5.1.5. Isaac Newton.	49
4.5.1.6. Robert Boyle.	50
4.5.1.7. Valoración del pensamiento cuantitativo-mecanicista del Renacimiento.	50

4.5.2. Francis Bacon.	51
4.5.3. René Descartes.	52
4.5.4. Gottfried W. Leibniz.	54
4.5.5. El desarrollo de la filosofía Moderna hasta Kant.	56
4.5.6. Emanuel Kant.	57
4.6. El Positivismo.	62
4.6.1. Auguste Comte.	64
4.6.2. John Stuart Mill.	66
4.6.3. Herbert Spencer.	67
4.7. El desarrollo de las ciencias en el siglo XIX.	69
4.7.1. La ciencia adquiere significado filosófico.	69
4.7.2. Ernst Mach.	70
4.7.3. El Convencionalismo.	72
4.7.3.1. Edouard Le Roy.	72
4.7.3.2. Henri Poincaré.	72
4.7.3.3. Pierre Duhem.	74
4.7.3.4. Evaluación del Convencionalismo.	75
4.7.4. Herman Cohen.	76
4.7.5. El Pragmatismo.	77
4.7.5.1. Charles S. Pierce.	77
4.7.5.2. William James.	79
4.8. El Positivismo Lógico.	79
4.8.1. Las teorías fundamentales del Neopositivismo.	80
4.9. Karl Popper.	81
4.9.1. El criterio de falsación de Popper.	83
4.10. Thomas Kuhn.	85
4.10.1. Las revoluciones científicas.	86
4.11. Imre Lakatos.	87
4.12. Paul K. Feyerabend.	88
4.13. Larry Laudan.	90
4.14. Conclusiones.	91
5. La visión de la comunidad científica.	93
5.1. Introducción.	95
5.2. Los temas abordados por el cuestionario.	96
5.3. La elaboración del cuestionario.	97
5.4. Cuestionario.	98
5.4.1. Versión en Español.	99
5.4.2. Versión en Inglés.	111

6. Resultados del cuestionario.	121
6.1. Introducción.	123
6.2. Tema I. El concepto de ciencia.	125
6.2.1. Grupo 1. La metodología de la ciencia.	125
6.2.2. Grupo 2. El desarrollo de la ciencia.	129
6.2.3. Grupo 3. Algunos aspectos de la verdad en la ciencia.	131
6.2.4. Grupo 4. El concepto de ciencia.	134
6.3. Tema II. Bases filosóficas alrededor del concepto de ciencia.	137
6.3.1. Grupo 1. El conocimiento intelectual.	138
6.3.1.1. Subgrupos a) y b). Las filosofías Realista e Idealista.	138
6.3.1.2. Subgrupo c). Otras visiones filosóficas de la ciencia.	141
6.3.1.3. Subgrupo d). La capacidad del intelecto humano.	142
6.3.2. Grupo 2. El conocimiento sensible.	145
6.3.3. Grupo 3. La relación de la filosofía con la ciencia.	147
6.4. Tema III. El método de la ciencia.	149
6.4.1. Grupo 1. El método de la inducción.	149
6.4.2. Grupo 2. El método de la ciencia según Thomas Kuhn e Imre Lakatos.	151
6.4.3. Grupo 3. El método de la ciencia según Karl Popper.	152
6.4.4. Grupo 4. El método de la ciencia según Paul Feyerabend.	155
6.4.5. Grupo 5. El método de la ciencia según Henri Poincaré.	157
6.4.6. Grupo 6. Consideraciones sobre el conocimiento sensible en el método científico.	158
6.4.7. Grupo 7.	160
6.4.8. Nuestra propuesta sobre el método de la ciencia.	161
6.5. Tema IV. Concepto y criterios de verdad en la ciencia.	162
6.5.1. Grupo 1. El concepto de verdad en general.	162
6.5.2. Grupo 2. La experimentación como criterio de verdad.	165
6.5.3. Grupo 3. La verdad en la ciencia.	167
6.6. Tema V. Objetivos de estudio y utilidad de la filosofía de la ciencia.	171
6.6.1. Tema V. Parte I.	171
6.6.2. Tema V. Parte II.	176
6.6.2.1. Pregunta 2. ¿Qué lo motiva y qué lo desmotiva en su trabajo como científico?	176
6.6.2.2. Pregunta 3. ¿Cree usted que las ideas de la filosofía de la ciencia se encuentren de alguna forma en su modo de ver la ciencia y hacerla?	180

6.6.2.3. Pregunta 4. Para usted, ¿hacia dónde deben dirigirse los esfuerzos de la filosofía de la ciencia para ser más provechosa para los científicos?	183
7. Conclusiones generales.	187
7.1. Objetivos del trabajo.	189
7.2. Conclusiones sobre la elaboración de una definición de filosofía de la ciencia.	190
7.3. Conclusiones sobre el estudio del panorama histórico del pensamiento filosófico y científico.	191
7.4. Conclusiones sobre los resultados obtenidos mediante la aplicación del cuestionario a los miembros de la comunidad científica.	192
7.4.1. Comentarios generales sobre el cuestionario.	192
7.4.2. Las ideas que la comunidad científica expuso mediante el cuestionario.	193
7.4.3. Reflexiones en torno a los resultados del cuestionario.	196
7.4.4. Epílogo.	199
8. Anexos.	205
8.1. Anexo 1. Total de cuestionarios entregados y recibidos.	207
8.2. Anexo 2. Investigadores que participaron en el trabajo.	209
8.3. Anexo 3. Respuestas al tema I.	211
8.4. Anexo 4. Respuestas al tema II.	213
8.5. Anexo 5. Respuestas al tema III.	215
8.6. Anexo 6. Respuestas al tema IV.	217
8.7. Anexo 7. Respuestas al tema V.	219
8.8. Anexo 8. Preguntas que se omitieron en la última versión del cuestionario.	221
9. Bibliografía.	233

## 1. Un cuento para empezar.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>. Tomado con modificaciones de: Bunge, Mario. La investigación científica. Editorial Ariel. Barcelona 1980. Séptima edición. pp 13, 14.

Los cinco sabios del reino de Pérgamo, después de una larga estancia en Atenas, se presentaban a comparecer temerosos ante su soberano el Rey. Tenían que informar sobre aquel ser tan asombroso, que nacía en aquella ciudad.

"Dinos, oh sabio Protos, ¿qué aspecto tiene ese nuevo ser?", preguntó el Rey al sabio más anciano.

"Ese ser extraño al que llaman Ciencia, oh majestad, puede registrar y comprimir todos los hechos. En realidad, la Ciencia es un enorme registro." Así habló Protos.

"¿Qué le corten la cabeza!", gritó el Rey rojo de ira. "¿Cómo podemos creer que ese ser sea una máquina sin pensamiento, cuando hasta nosotros tenemos ideas?" Entonces se dirigió a Deúteros, el más viejo de los sabios que quedaban.

"Dinos, oh sabio Deúteros, ¿qué aspecto tiene ese nuevo ser?"

"Este ser majestad, no es un registrador pasivo, sino un atareado molino de información. Absorbe toneladas de datos en bruto y los elabora y presenta en orden. Mi opinión es que la Ciencia es un enorme calculador." Así habló Deúteros.

"¿Qué le corten la cabeza!", gritó el Rey enfurecido. "¿Cómo podemos creer que ese ser sea un autómatas, si hasta nosotros tenemos caprichos y flaquezas?" Tras de lo cual se dirigió a Tritos, el de mediana edad.

"Dinos, oh sabio Tritos, ¿qué aspecto tiene ese ser?"

"No hay tal ser extraño majestad. La Ciencia es un juego esotérico. Los que lo juegan establecen sus reglas, y las cambian de vez en cuando de un modo misterioso. Nadie sabe a qué juegan ni con qué fin. Admitamos, pues, que la Ciencia, como el lenguaje, es un juego." Así habló Tritos.

"¿Qué le corten la cabeza!", gritó el Rey fuera de sí. "¿Cómo podemos creer que ese ser no se toma las cosas en serio, cuando hasta nosotros somos capaces de hacerlo?" En seguida se dirigió a Tétartos, el sabio maduro.

"Dinos, oh sabio Tétartos, ¿qué aspecto tiene ese ser?"

"Este ser, oh majestad, es un hombre que medita y ayuna. Tiene visiones, intenta probar que son erradas y no se enorgullece cuando no lo consigue. Yo creo que la Ciencia -y reto a todos a que me refuten- es un visionario flagelante." Así habló Tétartos.

"¿Qué le corten la cabeza!", gritó el Rey encolerizado. "Este informe es más sutil que los otros, pero, ¿cómo podemos creer que ese ser extraño no se preocupe de justificación ni gratificación alguna, cuando hasta nosotros podemos hacerlo?"

Entonces se dirigió a Pentos, el joven sabio. Pero Pentos, temiendo por su vida, había huido ya. Huyó sin parar durante días y noches, hasta cruzar

la frontera de Pérgamo. Cruzó el gran mar hasta llegar a donde nos encontrábamos nosotros.

Pentos nos ha contado su experiencia con aquel ser extraordinario que es la ciencia, la cual vertimos en este trabajo. Pentos desea permanecer en el anonimato. Teme, acaso con razón, que esta descripción de la Ciencia no sea del agrado de aquellos que prefieren una que se acomode a sus propias ideas, sin tomarse la molestia de buscar la verdad, porque les resultaría arduo y doloroso, o les haría perder la falsa cumbre en la que se encuentran. La impresión de Pentos es, en efecto, mucho más complicada que la de los modelos del registro, el calculador, el juego o el visionario, aunque reconoce su deuda para con sus cuatro desgraciados y difuntos colegas.

## **2. Introducción.**

Presentar este trabajo constituye para nosotros una gran satisfacción aunque no sea más que el comienzo del estudio de un tema amplísimo cuyos lineamientos y principios básicos requieren de una profundización para poder ser clarificados por completo.

Esta investigación, que nos introdujo en el estudio de la filosofía de la ciencia, no hizo sino hacernos ver el largo camino que nos falta recorrer para poder entender sus postulados básicos y penetrar en sus problemas más característicos. Sin embargo, nos deja en posibilidad de poder continuar, con una visión más amplia, el estudio de esta disciplina, pues estamos seguros que hemos aprendido mucho más de lo que esperábamos al iniciarla.

Este estudio, motivado por una inquietud por conocer los principios fundamentales de las disciplinas científicas, se fue consolidando y desarrollando por caminos que no habíamos imaginado y que nos llevaron a plantearnos problemas y posibles soluciones que han superado ampliamente esa primera inquietud.

Puede pensarse que un estudio de filosofía de la ciencia debe corresponder a una etapa final de la vida de un científico más que a aquella que se presenta al inicio, pues en ese momento el científico tendrá una visión mucho más profunda de lo que significa hacer ciencia y esto le facilitará el hacer filosofía de esa actividad, que él mismo ha desarrollado y de la cual tiene una experiencia personal.

Pero, ¿vale la pena esperar a reflexionar sobre estos temas cuando tal vez sea ya demasiado tarde para aprovechar alguna conclusión derivada de este estudio? Precisamente esto fue lo que nos movió a realizar esta investigación y con sorpresa comprobamos que esta postura es compartida por un gran número de científicos con muchos años de labor.

Gran impacto tuvo en nosotros el comentario hecho por uno de los científicos con los que pudimos conversar, que no queremos dejar de mencionar aunque más adelante lo repitamos, en el sentido de que, el estudio de estos temas, previene al científico de convertirse en un "obrero de la ciencia": una persona que trabaja arduamente dedicando su vida entera a desarrollar un campo de investigación pero que, al pasar el tiempo, sorprendido se da cuenta que ha perdido las coordenadas en donde se desarrolla su trabajo por haber dejado de considerar hacia dónde se dirigía y con qué fin.

Esto no significa que aquel científico que no estudie estos temas pierda el rumbo o el significado profundo de su ciencia, sino más bien que la filosofía de la ciencia, cultivada aún como tema de esparcimiento, presenta siempre ese marco

amplio en donde preguntas como ¿por qué?, ¿hacia dónde?, ¿para qué?, etc. pueden encontrar respuesta. Y precisamente pensamos que ésta es la característica que distingue a todo universitario: el abrirse al conocimiento universal con espíritu científico, para tratar de conocer cada día algo nuevo, no sólo del campo científico específico en el cual trabaja, sino de todos aquellos conocimientos que han inquietado al hombre y lo han llevado desde los primeros momentos de su existencia sobre la faz de la tierra a tratar de dar una explicación de todo cuanto le rodea. Nos gustó el comentario de otro de los investigadores que colaboraron con nosotros pues aborda esta consideración: "el buen científico no es aquél que sabe mucho de pocos temas, sino el que sabe mucho de muchos temas y es capaz de sintetizar esas verdades en una verdad nueva y más amplia".

Este trabajo se ha desarrollado por caminos que no habíamos contemplado en un principio, pero constituye nuestro primer intento de estudio de la filosofía de la ciencia. Lo hecho podría resumirse de la siguiente forma:

- En el capítulo tercero intentamos dar una definición de filosofía de la ciencia, para poder contar con una base sobre la cual trabajar. Sin embargo, cabe decir que ese capítulo fue modificado substancialmente en varias ocasiones conforme nuestro estudio se desarrollaba, signo de que nuestra postura fue madurando a lo largo de nuestro trabajo.

- En el cuarto capítulo hacemos un recorrido por la historia del pensamiento filosófico y científico, que nos permite entender un poco más el desarrollo del concepto de ciencia y los motivos que llevaron a su evolución. De esta forma nos pusimos en condiciones de entender con más claridad los afanes de la filosofía de la ciencia de nuestros días y su relación con la ciencia de hoy.

- Pero un estudio de esta naturaleza no tendría sentido sin trascender el nivel especulativo, por lo que en el capítulo quinto desarrollamos un cuestionario que nos permitiera obtener la opinión de los científicos, que se encuentran en estrecho contacto con la ciencia, para ayudarnos a validar nuestras hipótesis.

- Los resultados obtenidos, de los cuales estamos muy satisfechos, son presentados en el capítulo sexto.

- Por último se presentan las conclusiones que consideramos de más importancia.

### **3. Marco conceptual de la filosofía de la ciencia experimental.**

### 3.1. ¿Qué es la filosofía de la ciencia experimental?

La filosofía de la ciencia experimental es una disciplina extremadamente amplia, sobre cuyos principales temas no hay siempre acuerdo entre filósofos y científicos. Para poder definirla comenzaremos estudiando qué relación existe entre la filosofía y la ciencia experimental ya que de esta relación surge la filosofía de la ciencia experimental.

En cuanto a esta cuestión, tres respuestas fundamentales son posibles:

1. La ciencia experimental y la filosofía carecen de toda relación.
2. La ciencia experimental y la filosofía están tan íntimamente relacionadas que de hecho son la misma cosa.
3. La ciencia experimental y la filosofía mantienen entre sí relaciones muy complejas en su afán por avanzar en el conocimiento del cosmos.

Se han dado muchos argumentos a favor de cada una de estas tres posturas y de hecho los hemos encontrado expresados de una u otra forma por filósofos y científicos durante nuestro estudio.

1. Apoyando la primera de estas soluciones se ha dicho que:

- "La ciencia experimental se refiere al ser y la filosofía al deber ser, o en general al valor de las cosas y por lo tanto no puede existir ninguna relación entre ellas".

De hecho, en muchos casos se considera que la filosofía es diametralmente opuesta a la ciencia en sus objetivos, métodos y resultados, lo que impide establecer cualquier tipo de nexo entre ellas.

Sin embargo, este argumento no toma en cuenta dos puntos importantes:

a) La ciencia supone el ser, pero pocas veces lo estudia. Más bien la ciencia estudia los objetos, que tienen ser, a través de sus manifestaciones como son su cantidad, cualidad, relación, ubicación, hábito, etc. Al dar por supuesto al ser, la ciencia se apoya en la filosofía, la cual le proporciona una base sólida de conocimientos sobre el ser de los cuales partir.

b) La filosofía no estudia solamente el deber ser de las cosas, sino a su ser mismo. La ontología<sup>1</sup>, rama de la filosofía, tiene como objeto de estudio al ente mismo. El deber ser es más bien objeto de estudio de la ética.

2. En favor de la segunda postura se argumenta diciendo que:

- "La filosofía es una ciencia igual a las otras en cuanto a la estructura de sus teorías, métodos usados y propósitos que la mueven. Es por esto que no existe una distinción real entre ellas."

Podemos considerar a la filosofía como una ciencia con todo el rigor del término, ateniéndonos a la definición de ciencia como "conocimiento demostrado". Sin embargo, la filosofía enfoca su estudio a los aspectos trascendentes de las cosas con los cuales no se puede experimentar, por ejemplo el ser, la naturaleza, el espíritu, las ideas, la substancia, el pensamiento, la inteligencia, etc. Esto implica que la filosofía no puede definirse como una ciencia experimental, pero no implica que no sea una ciencia. No podemos limitar el concepto de ciencia al de ciencia experimental.<sup>2</sup> La diversidad de objetivos y método hace que la filosofía sea una ciencia fundamentalmente diferente a las ciencias experimentales.

Antes de continuar, nos gustaría hacer una consideración sobre el método científico:

El método científico se presenta en muchos ambientes como una serie de pasos a seguir desde la observación de un fenómeno hasta la creación de una ley científica, que garantiza automáticamente la adquisición de un nuevo conocimiento por el solo hecho de ser utilizado. Sin embargo, pensamos que dicha imagen del método científico no toma en cuenta dos aspectos básicos: en primer lugar su falibilidad, ya que su uso no es garantía de obtención de conocimientos y, en segundo lugar, su flexibilidad como instrumento.

Pensamos que efectivamente existen procedimientos que desentrañan los secretos de la naturaleza física, que son utilizados por los científicos constantemente y que conforman el llamado método científico.

---

1. Ontología: Doctrina que estudia los caracteres fundamentales del ser, los caracteres que todo ser tiene y no puede dejar de tener.

2. Ver sección 3.1.1.

Sin embargo, consideramos que el método de la ciencia no puede ser rígido, ni único, ni siempre el mismo. El método de la ciencia es tan libre como libre es la razón humana. El único requisito que debe cumplir es el de aportar un conocimiento de la naturaleza que se integre coherentemente dentro de los conocimientos ya adquiridos y que pueda ser verificado o por lo menos deje abierta la posibilidad de ser verificado algún día.

Esta idea que nos hemos formado sobre el método científico en nuestro paso por la universidad la someteremos al juicio de los científicos mediante el cuestionario de la sección V.

3. En favor de la tercera postura existen muchos argumentos. Consideramos de más importancia los siguientes:

- "La filosofía se encuentra en relación de constante y mutuo intercambio con la ciencia experimental. Proporciona a ésta ciertos conceptos generales, mientras que la ciencia experimental proporciona a la filosofía datos sobre los cuales desarrolla tales conceptos generales".

La filosofía ha proporcionado y seguirá proporcionando a la ciencia ideas y conceptos sobre el universo que ésta utiliza como base conceptual para elaborar sus teorías, que la llevan a nuevos descubrimientos. Y a su vez, estos descubrimientos aportan a la filosofía nuevos datos sobre el cosmos que le permiten seguir desarrollando esas ideas generales, de conjunto, que tratan de explicar la totalidad del ser, -el universo entero- de un modo trascendente.

- "La ciencia constituye uno de los objetos de la filosofía, al lado de muchos otros. Hay, por ello, una filosofía de la ciencia como hay una filosofía del arte, de la historia, del derecho etc."

La filosofía toma como objeto de estudio a la ciencia, y al reflexionar sobre ella, la sitúa en su ámbito dentro del conocimiento humano, haciendo ver cuáles son sus objetos, cuáles son sus límites, la validez y certeza de sus conclusiones y por tanto, reconoce, dentro de este ámbito, su valor cognoscitivo. Es decir, la hace conocerse a sí misma.

La ciencia es capaz de alcanzar conocimientos sin ayuda inmediata de la filosofía, pero su relación con ésta no la perjudica haciéndole perder su gran fuerza, sino que le ayuda a centrar sus esfuerzos en aquellos objetos que puede hacer suyos. Pensar en una ciencia sin filosofía sería imposible, porque de hecho la ciencia ha tomado de la filosofía presupuestos sin los cuales no se hubiera desarrollado.

Pero hay que hacer notar que la filosofía no presta una ayuda inmediata a la ciencia durante su proceso de investigación de la naturaleza y avance en el conocimiento. Esta ayuda se encuentra implícita en la base de la misma construcción de la ciencia y en la interpretación de sus resultados. Es por esto que puede pensarse en una ciencia sin ayuda inmediata de la filosofía, pero no en una ciencia construida sin bases filosóficas o en un científico sin filosofía. La filosofía se encuentra en los planteamientos básicos de la ciencia.

Por esto consideramos que la filosofía y la ciencia se relacionan ayudándose mutuamente, y cuando la filosofía toma como objeto de estudio a la ciencia podemos hablar de filosofía de la ciencia.

Pero, ¿qué cosas son las que tiene que estudiar la filosofía acerca de la ciencia?

Algunos como Ludwig Wittgenstein estiman que la filosofía de la ciencia es fundamentalmente el análisis del lenguaje de la ciencia, lo cual consideramos sólo un aspecto de ella.

Otros afirman que la filosofía de la ciencia tiene que escrutar críticamente supuestos ontológicos y metafísicos de las ciencias, lo cual se acerca más a su objeto, pero su labor no puede terminar ahí.

Karl Popper ha centrado su filosofía de la ciencia en buscar la forma en que deben llevarse a cabo los procesos científicos para alcanzar nuevos conocimientos.

Otros más, como Thomas Kuhn, se inclinan por destacar la importancia que tiene el estudio de la historia de la ciencia. De este modo se determinarían los rasgos de la evolución científica y de los llamados cambios conceptuales que, cuando son suficientemente radicales pueden ser cambios de paradigma.<sup>3</sup>

La influencia del ambiente en el proceso del conocimiento científico -por ejemplo ideologías, creencias, política, etc.- es importante y también debe ser estudiada como un aspecto de la filosofía de la ciencia. Sin embargo hay que tomar en cuenta que muchos filósofos de la ciencia presentan, para fundamentar sus ideas, casos muy escogidos que pueden hacer aparecer a la ciencia tal y como ellos se la imaginan y no como es.

---

<sup>3</sup>. Paradigma: Con este término Kuhn quiere indicar conquistas científicas universalmente aceptadas que, durante un tiempo determinado, brindan un modelo de problemas y soluciones aceptables a aquellos que trabajan en un campo de investigación.

Parte de nuestro trabajo será el descubrir qué tanto tienen que ver esos modelos con la ciencia de hoy en día.

Ciertos historiadores y sociólogos estiman que la filosofía de la ciencia es una pura reconstrucción lógica de teorías científicas que a menudo no tiene en cuenta los procesos del descubrimiento, o que es una simple especulación infundada, teñida de vagos supuestos metafísicos. Pero esto implica conceptos reducidos de lo que la ciencia y la filosofía son, además de ser también una postura parcial.

Pero entonces, ¿qué es la filosofía de la ciencia?

Hemos dicho que cuando la filosofía toma como objeto de estudio a la ciencia, podemos hablar de filosofía de la ciencia.

Para poder definir lo que ésta es, elaboraremos ahora ciertas bases conceptuales sobre las cuales poder trabajar.

### 3.1.1. La ciencia experimental:

Dentro de la ciencia podemos distinguir una primera división en ciencias formales y ciencias factuales.

Las ciencias formales, como las matemáticas, no se refieren directamente a la realidad. Su objeto son construcciones ideales, como los números, superficies, espacios de  $n$  dimensiones etc.

El caso es diferente en las ciencias factuales, que se ocupan de hechos reales y deben recurrir a la observación. Cuando este recurso se utiliza de manera sistemática, de modo que las observaciones sean el resultado de experimentos planeados, esas ciencias se denominan experimentales.

Nuestro estudio se basará principalmente en estas ciencias, ya que la química es una ciencia experimental, y nuestro objetivo radica en plantear la importancia que tiene la filosofía de la ciencia en la química y demás ciencias experimentales como profesionales de esta rama del saber.

"Ciencia experimental es una actividad cognoscitiva de la naturaleza, cuyos contenidos teóricos se relacionan de modo lógico y coherente con datos contrastables obtenidos mediante experimentación".<sup>4</sup>

---

4. Artigas, Mariano. Filosofía de la ciencia experimental. p. 18.

De esta definición podemos hacer varias observaciones:

a) La ciencia experimental es fundamentalmente una actividad cognoscitiva; por esto, la filosofía tendrá que estudiarla bajo este principio básico.

b) La ciencia experimental, así como otras actividades humanas, persigue objetivos determinados, que pueden ser de dos tipos, unos externos y otros internos.

Los objetivos externos son aquellos que se desprenden de lo que busca el científico al hacer ciencia. Como dependen de la voluntad de la persona, estos objetivos son variados; aún entre los que trabajan en un mismo proyecto pueden ser distintos, ya que se trata de motivaciones subjetivas, por ejemplo la búsqueda de prestigio, la obtención de resultados, el afán de lucro, el afán de saber, etc.

Los objetivos externos son de gran interés para comprender el desarrollo de la ciencia experimental y deben ser estudiados por la historia y sociología de la ciencia.

Los objetivos internos son aquellos hacia los cuales tiende la actividad científica por sí misma, es decir, aquellos que desentrañan la naturaleza misma de la ciencia experimental siendo los únicos de los que depende la validez de la ciencia misma, ya que emanan directamente de ella.

Los objetivos externos e internos pueden coincidir, aunque la caracterización de la ciencia estará siempre dada por los objetivos internos.

Pero, ¿existen objetivos internos generales que permitan caracterizar la actividad científica en su totalidad?

Se puede hablar de dos objetivos generales, uno teórico y uno práctico. El teórico se refiere al conocimiento de la naturaleza, y el práctico a su dominio controlado. Aunque hay que tener en consideración que no pueden existir por separado, pues el objetivo teórico se presenta en otros modos de acceso a la realidad como en la filosofía, mientras que el práctico es también propio de la técnica.

De este modo podemos concluir que la ciencia experimental busca un dominio de la naturaleza, pero no de modo meramente práctico, sino fundamentado en explicaciones teóricas. Cabe aclarar que este dominio de la naturaleza está referido fundamentalmente a la capacidad de la ciencia de controlar experimentalmente los fenómenos naturales más que a su uso y aplicación técnica.

c) Lo característico de la ciencia experimental es que sus contenidos teóricos están relacionados de algún modo con el control experimental. No se exige que las teorías puedan ser demostradas mediante la experiencia, sino que a partir de ellas se obtengan consecuencias que sean coherentes con los datos experimentales.

d) Si bien se utilizan en la ciencia experimental construcciones teóricas que no tienen un significado real inmediato, estas se elaboran con el fin de conseguir un auténtico conocimiento de la naturaleza. La libertad en la construcción de las teorías está limitada por este requisito mínimo.

e) La ciencia experimental es una actividad humana en la que se busca el conocimiento de la naturaleza, y sólo hay auténtico conocimiento si se alcanza la verdad; entendida en ciencia como "la adecuación entre la teoría formulada, sus resultados y predicciones con el comportamiento de la naturaleza". Las teorías científicas deben ser capaces de describir el comportamiento observado de la naturaleza y tratar de preveer nuevos comportamientos. Ese es al menos el fin con el que se elaboran. Una teoría que no es capaz de describir los fenómenos observados se trata de modificar o complementar para que pueda hacerlo, o en caso extremo es desechada por no aportar un conocimiento. Es por esto que la ciencia recurre siempre a la comprobación de sus resultados para asegurarse de que el conocimiento obtenido pueda llevar a una descripción de la naturaleza y, si es el caso, poder utilizarlo en beneficio del hombre.

Hay que advertir que la verdad en la ciencia tiene unas características muy peculiares. Es una verdad real, pero contextual. Es real ya que nos dice algo sobre la naturaleza, pero contextual ya que está referida siempre al marco teórico utilizado, que tiene unos conceptos, métodos, principios, estipulaciones y leyes bien definidas. Es verdad sólo dentro de ese marco teórico y posiblemente no dentro de otro. La garantía de que es real radica en el control experimental que la comprueba y en la descripción correcta de los fenómenos naturales.

Se puede objetar que es imposible alcanzar la verdad en la ciencia por la existencia de convenciones, estipulaciones, acuerdos intersubjetivos o la misma imposibilidad de observar la naturaleza y tener que recurrir a modelos teóricos. Pero no estamos de acuerdo con esta postura, ya que este modo de proceder de la ciencia se hace con vistas a salvar las limitaciones impuestas por la misma naturaleza y a obtener un conocimiento auténtico de ella y, por lo tanto, verdadero.

El criterio de verdad para las teorías científicas será el acuerdo con la experiencia (evidencia experimental), es decir que proporcionen una descripción del comportamiento observado de la naturaleza o, en caso de no ser posible esto, el que los resultados o conclusiones de la teoría sean coherentes con el resto de conocimientos probados ya adquiridos o que, por lo menos, no presenten contradicciones serias con éstos dentro del mismo marco teórico. En la ciencia se avanza de algún modo hacia la verdad cuando se puede explicar mejor el comportamiento de la naturaleza. Pero tampoco podemos afirmar la existencia de una verdad absoluta, debido precisamente a ese contenido especulativo de la ciencia.

Después de este análisis queremos resaltar que al estudiar a la ciencia experimental, la filosofía tendrá que hacerlo fundamentalmente bajo sus objetivos internos, ya que son éstos los que caracterizan a la ciencia en sí misma; pero sin hacer a un lado los objetivos externos, ya que también influyen de algún modo a la ciencia experimental.

### 3.1.2. La filosofía.

"El filósofo se hace la misma pregunta que se hace el hombre: ¿qué es el ser?; pregunta que concreta en esta otra mucho más íntima y cercana a cada uno: ¿qué es el hombre? Las respuestas no serán nunca frías o bañadas de indiferencia. Importa mucho conocer qué somos, cómo somos, cuál es la realidad última de nuestro ser y de cuanto nos rodea. Y porque importa, e importa mucho, los hombres han filosofado a lo largo de la historia. Lo han hecho los filósofos, y lo han hecho los hombres de todas las épocas en una medida u otra, por caminos diversos, con intereses quizá distintos, pero siempre con un mismo objetivo: conocer la realidad y conocerse en ella".

En primer lugar trataremos de dar una definición de filosofía para poder estudiar qué relaciones puede tener con la ciencia.

En general toda definición puede verificarse de una doble manera: como definición nominal o como definición real, según se atienda, respectivamente, a la palabra o nombre con que designamos una cosa, o a la propia y formal constitución de la cosa nombrada cuya esencia se busca.

Tomada en su sentido etimológico, la palabra filosofía significa "el amor a la sabiduría": el deseo y la búsqueda del saber.

La voz griega "filia", significa lo mismo que el vocablo español amor, en el sentido de la inclinación que se tiene a alguien o a algo; y al unirse con otro sustantivo significa un amor que conduce a la búsqueda de lo que con ese sustantivo se designa.

La voz griega "sofia", que en latín se traduce por "sapientia", significa principalmente el saber por antonomasia o excelencia: la perfecta o cabal sabiduría.

Se ha atribuído a Pitágoras la invención del término filósofo para expresar su propia idea de sí mismo, no tanto como poseedor de algún saber, cuanto como alguien que desea y que busca la sabiduría en general. Esa fue la respuesta que, a decir de Heráclides Póntico discípulo de Platón, habría logrado Leontes, soberano de los Filacios al preguntarle a Pitágoras cuál era el tipo de saber que poseía. A ello se añade como explicación complementaria un símil, también establecido por Pitágoras en esa ocasión, entre el vivir humano y las fiestas olímpicas, a las cuales asisten tres clases de hombres:

"Unos participan activamente en los juegos. Otros para hacer algún negocio aprovechando la oportunidad y otros, única y simplemente por el gusto de contemplar o ver el espectáculo. A estos últimos se asemejan los que en la vida se comportan como filósofos, vale decir, como amantes de la teoría o el saber".

### 3.1.2.1: El problema de definir filosofía.

No existe una definición de filosofía en la que todos los filósofos estén de acuerdo. Cada sistema -en ocasiones cada pensador- propone una distinta y, por lo menos aparentemente, no es posible integrarlas en un concepto armónico que supere toda discrepancia. Sin embargo, interpretaciones tan distintas y opuestas, sistemas tan alejados unos de otros como sin duda son los filosóficos, sólo pueden chocar si todos ellos tienen por objeto el universo entero de la realidad, lo cual permite el establecimiento de alguna definición de filosofía.

Pero es absolutamente imposible decir de antemano qué es filosofía. No se puede definir la filosofía antes de hacerla. Esto quiere decir que la filosofía, más que ninguna otra disciplina, necesita ser vivida. Necesitamos tener de ella una vivencia.

Una persona puede estudiar minuciosamente el plano de París, estudiar uno por uno los nombres de las calles, los monumentos etc. llegando de esta manera a tener una idea regularmente clara, clara, clarísima de París. Semejante idea podrá ir perfeccionándose cada vez más conforme los estudios de este hombre sean más minuciosos, pero siempre será una mera idea. En cambio, veinte minutos de paseo a pie por París son una vivencia. La definición así hecha estará llena de sentido.

Tomando en cuenta lo que se ha expuesto hasta el momento, consideramos que dos de las definiciones de filosofía que pueden relacionar y articular los diferentes significados del término son las propuestas por Platón y la escolástica.

Para Platón, la filosofía es "el uso del saber para ventaja del hombre". Según este concepto, la filosofía implica:

- a) La posesión o adquisición de un conocimiento que es, al mismo tiempo, el más válido y extenso posible.
- b) El uso de este conocimiento en beneficio del hombre.

Estos dos elementos concurren con frecuencia en las definiciones de filosofía que se han dado en épocas diferentes, y desde diferentes puntos de vista.

Para la escolástica, la filosofía es "el conocimiento científico que, mediante la luz natural de la razón, considera las primeras causas o las razones más elevadas de todas las cosas", o de otro modo, "el conocimiento científico de las cosas por las primeras causas en cuanto éstas conciernen al orden natural".

Así, la filosofía es una ciencia que nos enseña a conocer, pero con certeza, de modo que se pueda decir por qué la cosa es lo que decimos que es, y no puede ser de otra manera, esto es conocer por las causas y primeros principios. Es un conocimiento capaz de obligar a la inteligencia, porque se conoce por la luz natural de la razón.

Estas dos definiciones no son excluyentes, sino complementarias, ya que de nada sirve un conocimiento verdadero de las cosas por sus últimas causas si su finalidad no es llevar al hombre a su plenitud o realización como tal, y no existe un beneficio para el hombre si el conocimiento no es verdadero y lo ubica en la realidad.

### 3.1.3. La filosofía de la ciencia.

Hemos dicho que la filosofía es una ciencia que tiene por objeto de estudio a todos los entes. Por lo tanto, puede tomar como objeto de estudio a la ciencia, que es una actividad cognoscitiva del hombre.

Este estudio de la ciencia será bajo sus aspectos más fundamentales: su naturaleza y objetivos. El estudio de la naturaleza de la ciencia como actividad cognoscitiva comprenderá qué es lo que puede conocer, es decir su objeto propio, y el cómo conoce ese objeto, es decir sus métodos.

El estudio de los objetivos será básicamente el de los internos, que son los que caracterizan a la ciencia, la validez del conocimiento y su uso en beneficio del hombre.

El estudio de los objetivos externos es también importante ya que estos modifican el desarrollo de la ciencia y son muchas veces los más notorios y de consecuencias prácticas más inmediatas, ya que emanan de quien hace la ciencia, el científico.

Siendo tan amplio su campo de estudio, podríamos pensar que es imposible dar una definición de filosofía de la ciencia. Sin embargo, basándonos en lo dicho hasta ahora, nos atrevemos a concluir que la filosofía de la ciencia es una reflexión acerca de la naturaleza, el valor y los objetivos del conocimiento científico para beneficio del hombre.

Ahora nos gustaría comentar algunos aspectos que consideramos de importancia para complementar esta definición, explicitando hacia dónde debe dirigir más concretamente sus esfuerzos la filosofía de la ciencia.

Las teorías y descubrimientos científicos tienen un fuerte impacto en cuanto a la concepción del mundo. Influyen en la visión filosófica que el hombre tiene sobre el cosmos, pues proporcionan datos nuevos con los que antes no se contaba, que hacen imperioso un replanteamiento filosófico sobre lo que es el mundo.

Un ejemplo clásico de este fenómeno lo encontramos en la filosofía de Emmanuel Kant. Admirado por el rigor de la física newtoniana y su desarrollo sistemático y coherente que parecía haber logrado una descripción total de la naturaleza, Kant se propone construir un sistema filosófico, basado en principios similares a los de la física, que pudiera acabar con todos los equívocos existentes en la filosofía y hacer de ella una

disciplina monolítica como se creía en ese entonces era la física.<sup>5</sup>

Por lo tanto, es misión de la filosofía de la ciencia extraer y analizar aquellos conocimientos científicos que puedan tener una influencia directa sobre la concepción del mundo, integrándolos al conocimiento filosófico, procurando de esta forma avanzar en el conocimiento del cosmos. La filosofía de la ciencia actuaría como puente entre ambas disciplinas permitiendo que la ciencia ayude a la filosofía aportando conocimientos que ella no podría alcanzar por sí misma ya que están fuera de su alcance.

Por otro lado, la filosofía ejerce un papel de ayuda a la ciencia como orientadora en los casos en que esta última necesita conceptos claros sobre el hombre y la naturaleza para formular nuevas teorías u orientar las ya existentes, ya que el estudio del hombre y de la naturaleza en sus aspectos trascendentes es precisamente el objeto principal de la filosofía y queda fuera del alcance de la ciencia.

Un ejemplo de esta influencia de la filosofía en la ciencia fue la negativa de Albert Einstein a aceptar la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica en su aspecto probabilístico y de incertidumbre, que lo llevó, motivado por una convicción filosófica, a proponer junto con Podolsky y Rose, un caso para el cual se cumplía con los principios de la mecánica cuántica además de obtenerse mediciones exactas, sin incertidumbre, para la posición y momentum de una partícula. Este debate entre las dos posturas continúa hoy en día y ha sido muy fructuoso para la ciencia.

De esta forma, la filosofía de la ciencia actúa otra vez como puente permitiendo a la filosofía ayudar a la ciencia con conceptos básicos para sus teorías.

Esta función de puente entre ambas disciplinas que permite se ayuden mutuamente es una de las características fundamentales de la filosofía de la ciencia, que le permite alcanzar su objetivo de reflexionar sobre la naturaleza y valor del conocimiento científico.

La influencia de la filosofía en la ciencia nos permite hacer una última observación. Hemos encontrado al realizar este trabajo que las definiciones de ciencia hechas por los filósofos de la ciencia están marcadas fuertemente por las ideas filosóficas preponderantes en esa época de la historia y nos parecen parciales la mayoría de ellas, por atender más a cumplir con los postulados de esa filosofía que a analizar lo que la ciencia es en sí misma. Esta circunstancia no puede omitirse dentro de los postulados de cualquier estudio sobre el tema. Sin embargo es tarea del filósofo de la ciencia definir y estudiar la ciencia según su propia esencia.

---

<sup>5</sup>. Ver sección 4.5.6.

#### **4. Exposición histórica de la filosofía de la ciencia.**

#### 4.1. Introducción.

Puede decirse que la ciencia experimental moderna tiene 300 años. Los fragmentos contruidos en épocas anteriores no llegaron a formar un cuerpo amplio de conocimientos, ni se basaban en la aplicación sistemática de un método, aunque no por esto dejaron de aportar conocimientos válidos que han sido la base de la ciencia experimental.

En 1687 Isaac Newton publicó sus "Principios matemáticos de la filosofía natural", donde se encuentra la primera teoría física en sentido moderno.

Pero el desarrollo sistemático de la ciencia no fue acompañado por una comprensión adecuada de sus métodos, de su alcance y su valor.

Los grandes avances científicos de este siglo han provocado que tanto científicos como filósofos vuelvan sus ojos hacia el estudio de lo que es la ciencia, y a llevar a cabo una reflexión más profunda para tratar de comprender adecuadamente la función de la ciencia dentro del conocimiento humano.

Esto ha llevado a un gran desarrollo de la filosofía de la ciencia en los últimos 60 años, y es dentro de este período, en donde nace como una disciplina sistemática que todavía espera una clasificación adecuada de sus enfoques y problemas fundamentales, de los que ya hemos tratado en este trabajo.

Para poder comprender más claramente lo que es la moderna filosofía de la ciencia nos parece conveniente hacer una revisión de sus antecedentes a lo largo de la historia.

Como hemos dicho, la filosofía de la ciencia tiene sólo sesenta años como disciplina sistemática. Es por esto que esta revisión abarcará aspectos de la filosofía y de la ciencia que nos permitan estudiar cómo se han desarrollado, cómo se han influenciado una a otra y qué caminos han tomado en su afán de hacer al hombre conocedor de la creación.

Dentro de nuestro estudio del pensamiento filosófico y científico hemos distinguido pensadores que se caracterizan por su filosofía, pensadores que descollan por su ciencia y por último los que podemos llamar con rigor filósofos de la ciencia. Centremos esta revisión histórica en mostrar cuál era el concepto de ciencia de los filósofos y cuál la filosofía de los científicos, para de esta forma, entrever la influencia de cada una sobre el desarrollo de la otra y tratar de averiguar el origen de la concepción de ciencia de los filósofos de la ciencia contemporáneos y cuál es la filosofía de los científicos de hoy.

## 4.2. Los Presocráticos.

### 4.2.1. Los Jónicos.

Los principales exponentes de la escuela jónica son Tales de Mileto (624-546 a.c.), Anaximandro de Mileto (610-540 a.c.) y Anaxímenes de Mileto (585-525 a.c.).

A los jónicos se les conoce como filósofos físicos. Observaban la naturaleza y se preguntaban de qué estaban hechas las cosas, cómo se daban sus cambios y si dentro de éstas existía un principio permanente o "arje".

Su filosofía se basa en un monismo<sup>1</sup> material, según el cual existe un primer principio material, que es preexistente y permanece debajo de todo cambio. Todas las cosas vuelven o se reducen a él por corrupción. Es un principio activo de fecundidad multiforme e ilimitada.

En los jónicos se observa por vez primera un espíritu científico para tratar de explicar la naturaleza de las cosas y sus cambios (el ser y el devenir), de ahí que se proponga la existencia de un "arje" o primer principio material que explique la constitución del mundo.

### 4.2.2. Los Atomistas.

Leucipo (460 a.c.), Demócrito (460-370 a.c.).

Plantean la existencia de un "ser lleno" que se disgregó en átomos por la penetración del vacío, un "no-ente" que existe.

Para ellos todas las cosas están compuestas por átomos que se unen o separan por el movimiento. Los entes<sup>2</sup> existen, y están separados por el vacío, que los diferencia unos de otros. Para ellos el movimiento es mecánico y necesario.

---

<sup>1</sup>. Monismo: Corriente filosófica que admite un único género de substancia.

<sup>2</sup>. Ente: Aquello que es en cualquiera de los significados existenciales de ser. Aquello que existe.

#### 4.2.3. Conclusiones sobre el período presocrático.

El período presocrático que incluye a Heráclito de Efeso (555-475 a.c.), Pitágoras de Samos (582-492 a.c.), Parménides de Elea (s. V a.c.), Empédocles de Agrigento (490-430 a.c.) y Anaxágoras de Clazomene (500-428 a.c.) tiene como características generales una convicción de que el hombre conoce lo real. Es decir conoce las cosas que existen fuera de él con independencia de él. Es importante notar esto, ya que posteriormente con Descartes y desarrollada por Kant, la filosofía dará un cambio radical afirmando que el hombre no puede conocer las cosas que están fuera de él tal y como están fuera de él, porque su entendimiento conoce sólo sus manifestaciones.

Los presocráticos sólo consideran lo sensible (lo que se presenta a los sentidos), ignorando lo substancial (lo que son las cosas en sí mismas). Para casi todos, el substrato de las cosas es material, y éstas surgen por procesos accidentales (combinaciones, degradaciones etc.). Aún para los pitagóricos, cuyo principio de todas las cosas es el número, que consideran como una cosa real, el substrato de éstas es material. Por lo tanto el número de los pitagóricos no es una cosa que nosotros abstraemos mentalmente de las cosas, sino la realidad, la "physis" de las cosas mismas.

Ninguno de estos pensadores desarrolla una teoría del conocimiento, ni un método para abordar la realidad. Su filosofía es descriptiva de los fenómenos que observan para tratar de dar una explicación racional de ellos.

#### 4.3. Período Socrático.

El período socrático marca un cambio profundo en la filosofía. Con él nace el pensamiento moderno occidental. Este período está marcado por el abandono del estudio de la naturaleza por a la búsqueda de una teoría del conocimiento.

### 4.3.1. Platón (420 - 347 a.c.).

Para Platón, la "anamnesis"<sup>3</sup> explica la raíz o la posibilidad del conocimiento, porque explica que el conocer se hace posible en la medida en que tenemos en nuestra alma una intuición originaria de lo verdadero. Nuestra mente ha contemplado el mundo de las ideas en donde se encuentran las esencias de las cosas que podemos conocer. Conocer sería solamente el recordar esos conceptos que ya tenemos en nuestra mente.

Platón distingue en primer lugar, entre el conocimiento sensible y el conocimiento intelectual. El conocimiento intelectual capta la verdad de las cosas, pero ésta no está en lo sensible, pues lo sensible es cambiante y lo que se aprehende con la inteligencia es estable, la idea es estable. El objeto de la inteligencia es la verdad universal e inmutable, mientras que el objeto de los sentidos es el devenir y por lo tanto, no pasa el ámbito de lo opinable.

Las opiniones que cambian en el alma humana, no tienen valor hasta que alguien logre ligarlas con un razonamiento causal, y sólo así, al ligarse se vuelven ciencia y permanecen fijas.

Según afirma en el "Menón", para otorgar un fundamento a la opinión sería preciso vincularla con el conocimiento causal, es decir, consolidarla mediante el conocimiento de la causa de la idea. Entonces dejaría de ser opinión (doxa) y se convertiría en ciencia (episteme). Posteriormente afirma que, tanto la opinión como la ciencia, permiten dos grados distintos: la opinión puede ser imaginación o creencia y la ciencia conocimiento medio (dianoia) o pura intelección (noesis).

Platón observa en el "Teetetes" que si aceptamos con Protágoras que todo cambia, debemos concluir también que las ideas de Protágoras cambian y que Protágoras, incrédulo en cuanto a la posibilidad de la verdad, no tiene derecho a tratar de convencernos de sus ideas. Si afirmamos que la verdad no existe no podemos comunicar nuestras ideas a nadie, pues el mismo hecho de hablar y de querer comunicarnos mediante la palabra implica la idea de que existe algo que es comunicable, común a todos y verdadero. Para Platón eso es la esencia de las cosas. Estas esencias son el objeto de la ciencia y la ciencia sería el replegarse de la mente en sí misma descubriendo las esencias de las cosas a partir de los datos que obtiene de los sentidos, que le presentan de manera vaga e imperfecta lo que son las cosas. De esta forma Platón crea la primera teoría del conocimiento para explicar cómo conoce el hombre.

---

3. Anamnesis: Recuerdo. Reemerger de algo que existe desde siempre.

#### 4.3.2. Aristóteles (384 - 322 a.c.).

La doctrina aristotélica de la ciencia es mucho más rica, pero obedece al mismo concepto que la de Platón.

La ciencia es conocimiento demostrativo. Por tal, se entiende el conocimiento que permite conocer la causa de un objeto, esto es, conocer por qué el objeto no puede ser diferente de lo que es.

Por consiguiente el objeto de la ciencia es lo necesario -lo que es de un modo y no puede dejar de serlo por sí solo- y por lo tanto, la ciencia se distingue de la opinión y no coincide con ella, ya que si coincidiera, estaríamos convencidos de que un objeto puede comportarse en forma diferente a la que se comporta y estaríamos convencidos, al mismo tiempo, de que el objeto no podría comportarse en forma diferente.

Aristóteles excluye que pueda existir ciencia de lo no necesario: de la sensación y de lo accidental, pues identifica el conocimiento científico con el conocimiento de la esencia necesaria o substancia.

Distingue tres modos diferentes de conocer las cosas:

##### 1. Conocimiento por experiencia:

Es el conocimiento de las cosas concretas en sus características generales. Nos enseña por ejemplo que el fuego es caliente, pero no nos hace saber por qué es caliente.

##### 2. Conocimiento científico:

Es el conocimiento de las cosas por sus causas y principios. Supera el grado del saber puramente mostrativo para hacerse conocimiento demostrativo.

##### 3. Conocimiento por intuición:

Es el saber de los principios. Exigiendo toda demostración principios en que apoyarse, resulta que no puede haber ciencia de los principios. Tampoco pueden conocerse por experiencia, por lo que se conocen por intuición.

Aristóteles clasifica las ciencias según su finalidad en tres géneros: la actividad cognoscitiva orientada al puro conocer o especular da lugar a las ciencias teóricas como son las matemáticas, física y metafísica.

La orientada al obrar, a la dirección de la conducta, da origen a las ciencias prácticas como la ética, economía y política.

La orientada al hacer, fabricar o producir, constituye las ciencias poéticas, como la poesía y la retórica.

La doctrina aristotélica que enuncia que la ciencia garantiza la propia validez demostrando sus afirmaciones, o sea estructurándolas en un sistema o en un organismo unitario, en el cual cada una de ellas sea necesaria y ninguna pueda ser dejada de lado, agregada o cambiada, es el ideal clásico de la ciencia.

#### 4.4. La Edad Media.

La influencia de Platón y Aristóteles sobre la concepción de la ciencia perduró hasta prácticamente el siglo XIII de nuestra era, en donde hay nuevas aportaciones a la idea de ciencia.

##### 4.4.1. Alberto Magno (1193-1280).

Alberto Magno se muestra admirador de la filosofía de Aristóteles y uno de sus méritos fue haber introducido el aristotelismo en el pensamiento cristiano.

Se ocupó de cuestiones científicas y no sólo de problemas filosóficos y teológicos. Fue uno de los escasísimos escritores medievales que se aproximaron a una efectiva observación de la naturaleza. Sus afirmaciones de principio con respecto al objeto y al método de la ciencia natural son de gran importancia.

"En la ciencia debemos investigar qué puede suceder en las cosas naturales, basándonos en las causas inherentes a la naturaleza. La ciencia no consiste en creer simplemente en lo que se nos ha dicho, sino en indagar las causas de las cosas naturales.

Una conclusión que se halle en contradicción con el testimonio de nuestros sentidos no puede ser creída. Un principio que no esté de acuerdo con la experiencia adquirida mediante la percepción sensible no es un principio, sino más bien lo opuesto a un principio. El estudio de la naturaleza debe llevarse a cabo también en las cosas individuales; el conocimiento de la naturaleza de las cosas en general sólo es un conocimiento aproximativo.

Hace falta mucho tiempo para realizar un experimento de manera que éste carezca de defectos desde todos los puntos de vista; de hecho, no habría que experimentar sólo de una manera, sino en todas las circunstancias posibles, con objeto de hallar una base segura para la tarea. Las pruebas basadas en la percepción sensible son las más seguras que existen en la ciencia y son superiores al razonamiento carente de experimentación".

#### 4.4.2. La filosofía experimental en la época Escolástica.

En la universidad de Oxford encontramos las primeras muestras de lo que puede considerarse una filosofía empírica de la naturaleza, vinculada con incipientes formas de investigación experimental. Estas investigaciones, aunque mezcladas con elementos teológicos, místicos y metafísicos denotan un nuevo curso en la investigación filosófica. Alberto Magno había afirmado ya que "únicamente la experiencia concede la certeza en estos temas, porque acerca de fenómenos tan particulares, el silogismo carece de valor". (Alberto Magno. "Sobre los vegetales").

##### 4.4.2.1. Roberto Grosseteste (1175-1235).

Roberto Grosseteste determinó el camino que asumieron los estudios físicos durante los siglos XIII y XIV.

La filosofía de Grosseteste afirma que a través de los procesos de difusión, agregación y disgregación de la luz se forman las nuevas esferas celestes y las cuatro esferas terrestres, fuego, aire, agua y tierra (hay que recordar que en esa época se creía que los planetas y estrellas se encontraban sostenidos dentro de esferas materiales invisibles, que eran

las que giraban en el espacio alrededor de la tierra, que ocupaba el centro del universo y que permanecía inmóvil).

Para él, los fenómenos de la naturaleza pueden explicarse en su totalidad gracias a la luz. Entre sus estudios podemos encontrar algunos puramente científico-empíricos, como aquellos sobre los espejos y las lentes.

#### 4.4.2.2. Roger Bacon (1214-1292).

Merecidamente recibió de sus contemporáneos el apodo de "doctor experimentorum", ya que determinó las condiciones para un método verdaderamente experimental. La observación directa de la realidad física y su análisis por el método matemático sitúan a Bacon en un contexto doctrinal que presagia singularmente a los modernos: "Sin la experiencia nada se puede saber suficientemente".

Afirma que lo que frena el desarrollo de la ciencia es el no querer llevar a sus últimas consecuencias el espíritu analítico que requiere la ciencia, y el querer substituir por una falsa sabiduría que proviene de la aceptación de las autoridades, las costumbres o las opiniones del vulgo, a la verdadera ciencia que ha de provenir de la razón y la experiencia.

Grosseteste y Bacon se colocan al comienzo de aquel movimiento doctrinal que, uniendo teoría y práctica llevará hasta la ciencia moderna, y la desaparición de la concepción tradicional del mundo.

#### 4.4.2.3. Guillermo de Ockham (1280-1349).

Ockham es el primero en plantear que la ciencia no surge de la adecuación del razonamiento con la realidad extramental, sino por la verificación de las proposiciones hechas. De esta forma la especulación científica tenía ya la puerta abierta a la especulación imaginativa con tal de que se observaran las leyes de la lógica terminista.<sup>4</sup> El carácter absoluto de un conocimiento universal y cierto tal como fue propuesto por Aristóteles

---

<sup>4</sup>. Lógica terminista: Nombre dado por Boecio al conjunto de las doctrinas contenidas en el "Organon" aristotélico.

vino a ser substituído por un conocimiento intuitivo de tipo empírico y por un conocimiento lógico de las relaciones entre las cosas.

Ockham reduce todo el conocimiento a los datos de la experiencia. Lo que no sea verificable por la experiencia o no provenga de la fe, deberá rechazarse como tal. Esta reducción proviene del radical nominalismo<sup>5</sup> de Ockham. Para él, los conceptos universales no son nada real existente en un sujeto, sea en el alma o fuera de ella, pues si el universal es uno, ¿cómo podrá estar en las cosas que son varias? O si está en varias cosas ¿cómo podrá llegar a ser uno? De ahí que todas las especulaciones metafísicas sean para él falsas, pues no pueden ser verificadas por la experiencia. En el contexto de esta extremada fidelidad a lo individual, se aprecian con facilidad las implicaciones del precepto metodológico "no hay que multiplicar los entes sin necesidad", conocido como "la navaja de Ockham", que se convierte en arma crítica contra el platonismo de las esencias y contra aquellos aspectos del aristotelismo en los que se advierte la presencia de elementos platónicos. De esta forma, desaparecen los conceptos metafísicos de ser analógico y de substancia: únicamente conocemos de las cosas las cualidades o los accidentes que nos revela la experiencia. Admitir el concepto de substancia representaría violar el principio de la economía de la razón. Este principio ha sido aplicado a la ciencia postulando la necesidad de eliminar las hipótesis "ad hoc" como elementos que entorpecen el avance del conocimiento, ya que una teoría sin estos elementos gozaría de un poder mayor para explicar el universo.

#### 4.4.2.4. Valoración del pensamiento Medieval.

La época medieval ha sido calificada como "oscurantista" por el hecho de haber sido dominada por la filosofía cristiana.

Pero hay que tomar en consideración que el influjo del cristianismo facilitó que se contemplara la naturaleza como la obra de un Dios creador, infinitamente inteligente, y que se admitiera la capacidad del hombre,

---

5. Nominalismo: Leibniz decía: "Son nominalistas los que creen que aparte de las substancias singulares, no existen más que puros nombres, que por lo tanto, eliminan la realidad de las cosas abstractas y universales". Más recientemente se ha usado el término para indicar la doctrina que enuncia que el lenguaje de las ciencias contiene sólo variables individuales, cuyos valores son objetos concretos y no ya clases, propiedades y similares.

creado a imagen y semejanza de Dios, para conocer el orden racional de la naturaleza.

Esas convicciones ampliamente difundidas en la edad media favorecieron un clima de confianza en la investigación filosófica y científico-experimental de la naturaleza.

La gran aportación de Alberto Magno, Bacon y Ockham fue el plantear que, para alcanzar un conocimiento científico válido, es indispensable la experimentación.

Alberto Magno y Bacon establecieron las primeras condiciones necesarias para que la investigación científica evitara los errores cometidos hasta entonces sin romper con la idea tradicional de ciencia y sin negar la validez de otras formas de conocimiento.

En cambio, Ockham produce un rompimiento con la idea tradicional de ciencia, basándose en un conocimiento intuitivo y empírico que elimina a la metafísica como conocimiento válido. Sólo el conocimiento por revelación y el conocimiento científico tendrían validez.

Esta postura, que dió pie a la idea moderna de ciencia, basada en que el único conocimiento válido es aquél que pueda ser verificado empíricamente, es un reduccionismo de la teoría del conocimiento clásica, en la cual el conocimiento científico cumplía con este requisito sin negar la existencia y validez de otras formas de conocer. Por otro lado, muchos conocimientos científicos actuales, considerados como válidos, todavía no han podido ser demostrados experimentalmente.

El interés por estructurar los elementos necesarios para establecer a la ciencia como una forma de conocimiento rigurosa llegó a negar la validez de la metafísica y posteriormente de la fe como formas de conocimiento. Este rompimiento no tenía por que darse, ya que ni la metafísica ni la fe niegan que el conocimiento científico sea un conocimiento riguroso de la realidad.

De hecho las razones para este reduccionismo están muy alejadas de la ciencia, la metafísica o la fe, ya que todas tienen como objetivo la búsqueda de la verdad, cada una en su propio campo de acción. Más bien habría que buscar la causa en factores externos, debidos a una serie de circunstancias que se dieron en esa época y cuyos efectos ha sufrido la ciencia para poder aclarar lo que en realidad es y librarse del lastre que suponen esas concepciones erróneas acerca de ella. Creemos que ésta es una de las tareas de la filosofía de la ciencia.

## 4.5. La Edad Moderna.

### 4.5.1. El Renacimiento. La Revolución Científica.

El período llamado "Revolución Científica" comprende desde 1543 con la obra de Copérnico "De Revolutionibus", hasta 1687 con la obra de Newton "Principios matemáticos de filosofía natural".

El auténtico hecho revolucionario de la época del renacimiento en la historia de la filosofía es el nuevo concepto de ciencia creado precisamente por los fundadores de la moderna física, sobre todo por Galileo.

Con este concepto se diluye la anterior consideración de la ciencia como actividad cualitativa, que busca la esencia de las cosas (visión heredada de Aristóteles), por una ciencia cuantitativo-mecanicista que se preocupa por estudiar los movimientos de los cuerpos y las relaciones entre ellos.

En un principio es un método aplicado a las ciencias naturales, pero pronto influye en el concepto de ciencia en general y contribuye más y más a configurar según su modelo toda la filosofía, lo cual lleva finalmente a más anchas e insospechadas consecuencias.

Durante este período se modifica la imagen del mundo, van cayendo los pilares de la cosmología aristotélico-ptolemaica; por ejemplo, Copérnico coloca al sol, en lugar de la tierra, en el centro del universo. Tycho Brahe elimina las esferas materiales que arrastraban a los planetas en su movimiento y las reemplaza por la idea de órbita. Kepler pasa del movimiento circular de los planetas a las órbitas elípticas. Galileo demuestra que la luna tiene la misma naturaleza que la tierra y unifica la física terrestre con la llamada física celeste. Newton con su teoría gravitacional unifica la física de Galileo y la de Kepler.

Entre los científicos, al igual que entre los filósofos, las ideas de la nueva ciencia comienzan a tomar el mismo rumbo: un rompimiento con la metafísica para tomar como criterio de verdad el conocimiento científico.

Pero no sólo cambia la imagen del mundo y la ciencia, sino también del hombre, de las relaciones entre ciencia y sociedad, ciencia y filosofía y ciencia y religión, aunque la visión mecanicista del mundo, propia de la edad media no se completará sino con Descartes.

Los fundadores de la nueva física son los que señalan el nacimiento de la moderna ciencia natural con sus métodos exactos. Estos hombres son: Copérnico, Brahe, Kepler, Galileo, Gassendi, Boyle y Newton.

Su herramienta es el experimento. La ciencia es ciencia experimental. A través del experimento los científicos tienden a obtener proposiciones verdaderas acerca del mundo. "Esta nueva imagen de la ciencia representaba el certificado de nacimiento de un tipo de saber entendido como construcción perfectible, que necesita un lenguaje específico y riguroso, que requiere de instituciones específicas propias, que cree en la capacidad de crecimiento del conocimiento elaborando teorías más amplias y que tengan mayor contenido controlable".<sup>6</sup>

Si bien la revolución científica rechaza la filosofía aristotélica no debemos pensar que carezca de supuestos filosóficos. "El neoplatonismo, podemos afirmar con cautela, constituye la filosofía de la revolución científica".<sup>7</sup>

#### 4.5.1.1. Nicolás Copérnico (1473-1543).<sup>8</sup>

En su libro "De revolutionibus" Copérnico presenta su teoría heliocéntrica, en la cual el sol ocupa el centro del universo, mientras que la tierra y los demás planetas giran en esferas a su alrededor. A pesar de los ataques en su contra, Copérnico defendió siempre su posición realista ya que contaba con el apoyo de las observaciones que eran inobjetable. De hecho llegó a escribir: "Es tarea del filósofo buscar la verdad en todas las cosas hasta donde Dios haya concedido a la razón humana".<sup>9</sup>

Copérnico cree firmemente en que el conocimiento experimental obtenido rigurosamente no puede estar equivocado a pesar de ir en contra de paradigmas ya establecidos o aún del sentido común. Esta es la postura realista de Copérnico: la ciencia es conocimiento demostrado.

---

6. Reale, Giovanni. Antiseri, Dario. Historia del pensamiento filosófico y científico. Tomo II. Ed. herder, Barcelona. 1988. p. 173.

7. Ibid. p. 174.

8. Para un estudio más profundo de la obra de Copernico cfr. Reale. Antiseri. op. cit. pp. 193-205.

9. Carta introductoria de su libro "De Revolutionibus" al Papa Paulo III.

Según Thomas Kuhn, la mayor revolución provocada por Copérnico fue que, al colocar a la tierra fuera del centro del universo, cambió también el lugar del hombre en el cosmos, pues la concepción del universo heliocéntrico cambió la idea que el hombre se había hecho de la creación, no sólo científicamente, sino sobre todo filosóficamente.<sup>10</sup>

La teoría copernicana se convirtió en centro focal de terribles controversias en el terreno religioso, filosófico y social, que determinaron la orientación del pensamiento europeo.

#### 4.5.1.2. Tycho Brahe (1546-1601).

Es el astrónomo más importante del siglo XVI. Fue un virtuoso de la observación astronómica. Al desarrollar nuevas técnicas de observación y medición, logró corregir numerosos errores. Al observar el paso de los cometas, Brahe llega a resultados desconcertantes sobre su movimiento y postula que las esferas cristalinas de la cosmología tradicional que trasladaban a los planetas eran inexistentes y las reemplaza por las órbitas planetarias. Además establece que las órbitas de los cometas no son circulares sino elípticas. La influencia de estos descubrimientos tuvo también, como los de Copérnico, implicaciones muy importantes en el pensamiento de su época, pues hicieron replantear la concepción del universo que se tenía entonces. Filosóficamente causaron un fuerte impacto a pesar de dejar a la tierra en el centro del universo, ya que planteaban que los demás planetas giraban alrededor del sol y no de la tierra.

#### 4.5.1.3. John Kepler (1571-1630).

Descubrió las tres leyes del movimiento de los planetas. Llegó a sus resultados con ayuda de un método inductivo y de cálculo que estudiaba los fenómenos en sus puros aspectos mecánico y dinámico.

---

<sup>10</sup>. Kuhn, Thomas S. "La revolución copernicana".

Con ello adopta una postura opuesta al método aristotélico en el sentido de que no era ya lo primero para él la esencia de las cosas, sino que lo esencial es más bien el mismo acaecer, el fenómeno, inmediata y exclusivamente esto. "Para Kepler, las leyes matemáticas simples estaban en la base de todos los fenómenos naturales, y el sol y su fuerza eran la causa de todos los fenómenos físicos". (T. S. Kuhn).

Propuso que era imposible resolver el problema del movimiento de los planetas apelando a una determinada combinación de órbitas circulares. Finalmente cayó en la cuenta de que teoría y observación podían conjugarse si se proponía que los planetas se movían en órbitas elípticas, a velocidades variables. De ahí formula sus tres leyes sobre el movimiento de los planetas.

#### 4.5.1.4. Galileo Galilei (1564-1642).

Su aportación principal es el método que empleó en sus investigaciones del sistema cósmico copernicano, la ley de la inercia y la caída libre de los cuerpos, así como el uso del telescopio para realizar observaciones astronómicas, como las fases de la luna, cúmulos de estrellas nunca antes vistos, los cráteres de la luna y los satélites de Júpiter. Es famoso el juicio que se le hizo por defender el sistema copernicano del universo en contra del sistema geocéntrico. Aunque se retractó públicamente de sus ideas siempre estuvo convencido de que se encontraba en la verdad, basado en sus estudios científicos.<sup>11</sup>

Su método está basado en la inducción. Se parte de una proposición hipotética de antemano tomada, la cual se prueba empíricamente, y posteriormente se matematizan los resultados, dando lugar a una formulación matemática que expresa el comportamiento observado en los cuerpos. Por último se proclama como ley universalmente válida la conclusión hallada, que fue verificada sólo en un número limitado de casos.

El método inductivo practicado de esta manera se ha visto corroborado constantemente en la física y técnica modernas y se mantiene en pie a pesar de que tomado con rigor teórico es vulnerable. Ciertamente le son necesarios ciertos complementos de orden lógico y metafísico.

---

<sup>11</sup>. Para profundizar en el estudio de la vida y obra de Galileo así como su juicio, cfr. Reale, Antiseri. op. cit. pp. 223-257.

Podemos decir que la filosofía de Galileo es la ciencia, concebida con una serie de características muy peculiares:

- 1) La ciencia ya no depende de la fe, pues posee un objetivo distinto. Se acepta y fundamenta por razones diversas a la fe.
- 2) La ciencia es autónoma también de otros lazos humanos como la política y la autoridad.
- 3) La ciencia es realista, entendiéndolo como realista el que a base de experiencias y observaciones puede explicar la realidad de manera verdadera.
- 4) La ciencia es conocimiento de las cualidades objetivas de los cuerpos (las que posee el objeto) que son cuantitativamente determinables. La ciencia no puede conocer las esencias.
- 5) La ciencia es conocimiento objetivo porque avanza de acuerdo con un método definido que comprueba y fundamenta sus teorías a través de reglas específicas.

#### 4.5.1.5. Isaac Newton (1643-1727).

Con él alcanza su desarrollo un sistema cerrado de la mecánica, que la edad moderna consideró como la única manera de ver la naturaleza y el mismo Kant hizo suyo y tomó como punto de partida para su concepción del mundo físico.

Newton, al igual que Galileo, no tomó lo cuantitativamente captable más que como una abstracción metódica de cómodo y útil manejo, y no pretendió discutir la realidad de los demás aspectos de la naturaleza. Pero desde entonces no se quiere saber nada de esta limitación expresa y concientemente formulada por el maestro, y lo cuantitativamente mecánico vino a ocupar la totalidad del cuerpo.

Al inicio de su libro de "Principia", Newton establece cuatro reglas del razonamiento filosófico:

1) No debemos admitir más causas de las cosas naturales que aquellas que sean al mismo tiempo verdaderas y suficientes para explicar sus apariencias. Esto expresa la simplicidad de la naturaleza.

2) A los mismos efectos debemos, en lo posible, asignar las mismas causas. Esto expresa la uniformidad de la naturaleza.

3) Las cualidades de los cuerpos que no admiten aumento ni disminución y que se encuentran en todos, deben ser consideradas como cualidades universales de todos los cuerpos.

4) En la ciencia experimental, las proposiciones inferidas por inducción general desde los fenómenos, deben ser consideradas como estrictamente verdaderas o como muy próximas a la verdad a pesar de las hipótesis contrarias que puedan imaginarse, hasta que se verifiquen otros fenómenos que las conviertan en más extensas o bien las transformen en excepcionales.

Es interesante notar la posición realista de estos principios de Newton, en los cuales quedan patentes el principio de causalidad, la existencia de las cosas independientemente de la razón humana, la validez de la inducción, y el concepto realista de verdad, para compararlos con la filosofía kantiana que trataremos más adelante, y que toma como punto de partida y modelo la física Newtoniana.

#### 4.5.1.6. Robert Boyle (1627-1691).

Boyle transforma la vieja alquimia en la química moderna. Afirma que la materia consta de hecho de últimas partículas que son los átomos. Boyle es otro de los iniciadores del pensamiento mecanicista.

#### 4.5.1.7. Valoración del pensamiento cuantitativo-mecanicista del Renacimiento.

Aparece en el renacimiento un nuevo método científico: la inducción. No es fundamentalmente nuevo, pues Aristóteles había propugnado también, en principio, la consulta a la experiencia, pero no poseyó el aparato, el instrumento y el experimento.

La ciencia del ser se convierte en la ciencia del acontecer, esto marca, a nuestra manera de ver, el rompimiento entre filosofía y ciencia moderna, que fue acentuado por el pensamiento de Descartes -contemporáneo de estos científicos- a quien estudiaremos más adelante.

La ciencia moderna se independiza de la filosofía para dar lugar a una forma de conocimiento con bases, métodos y visión del mundo propios. Nuestro parecer es que esta independencia no tiene por que negar las otras formas de acceso a la realidad, tomando como válido solamente el conocimiento científico al no contar, los otros tipos de conocimiento, con las mismas características o emplear el mismo método.

Lo que en un principio fue sólo ciencia se hace ahora filosofía, que abarca todo el ser, incluso al hombre. En los fundadores de la física moderna no se consuma este paso trascendental, pero queda ya asentada la nueva concepción de la ciencia.

#### 4.5.2. Francis Bacon (1561-1626).

Fue el filósofo de la era industrial. Se ocupó con profundidad y claridad del problema planteado por la influencia que los descubrimientos científicos ejercen sobre la vida humana.

Afirma que el saber debe llevar sus resultados a la práctica, la ciencia debe ser aplicada a la industria. Para lograr este objetivo plantea la necesidad de conocer las formas substanciales de las cosas (lo que hace que una cosa sea lo que es) para poder transformarlas en nuevas formas (otra naturaleza) útiles para el hombre. Para conocer las formas de las cosas Bacon propone un método inductivo diferente al aristotélico.

Al llegar a una hipótesis mediante este método, se tiene que utilizar el método deductivo y el experimento en el sentido de que, de la hipótesis obtenida deben deducirse los hechos que implica y prevee verificándolos mediante experimentos.

Bacon plantea el uso de ambos métodos inductivo y deductivo para alcanzar un conocimiento científico, lo cual es, a nuestro parecer, un gran acierto, pues reducir la ciencia a alguno de los dos es dejarla incompleta, ya que se trata de métodos complementarios en el desarrollo de una investigación científica.

#### 4.5.3. René Descartes (1596-1650).

René Descartes es considerado el padre de la filosofía moderna. Su pensamiento tiene como fin el crear una filosofía de cuyos conocimientos no se pueda dudar, es decir, acabar con los equívocos que encuentra en la filosofía.

Descartes comienza buscando un principio en el cual apoyar su filosofía, un principio del cual no se pueda dudar, para lo cual plantea la necesidad de dudar de todo (duda metódica) para que así, encontrado el principio fundamental, se pueda desarrollar una filosofía monolítica. Hay que dudar para no dudar.

Plantea que de lo único que no se puede dudar es de "mi propio pensar", y el hecho de pensar me demuestra que existo. De aquí su frase "si dudo, pienso. Pienso, luego existo".

Esta posición marca el sentido de la filosofía moderna, que pone su atención no ya en el objeto del conocimiento como lo plantean Platón, Aristóteles y sobre todo Tomás de Aquino, sino en el sujeto del conocimiento, dando así origen a la filosofía idealista y acabando con la postura realista, aunque su intención no era acabar con el realismo, pues Descartes mismo se consideraba realista, sino acabar con los escépticos de su época, que no creían que hubiera conocimientos válidos.

Descartes trata de aplicar el método matemático a la filosofía ya que las matemáticas constituían un conocimiento del cual no se dudaba por lo riguroso de su método, y con este rigor pretende avanzar con paso seguro en la creación del edificio de la filosofía.

Las cuatro reglas del método cartesiano son:

- a) No recibir jamás nada por verdadero que no pueda aceptarse como evidente.
- b) Dividir las dificultades a examinar en tantas partes como se pudiera para resolverlo mejor.
- c) Conducir los pensamientos en orden empezando por los objetos más simples y más fáciles de conocer, para subir poco a poco y como por grados, al conocimiento de los más complejos.

Un conocimiento puramente analítico no nos llevaría a un conocimiento verdadero, sino a una serie de hechos o de ideas desparrramadas y sin coordinación entre sí. El análisis requiere la síntesis, la reconstrucción de la totalidad después de que sus partes son claras y distintas.

d) Hacer enumeraciones tan completas y revisiones tan generales que se esté seguro de no haber omitido nada.

Indica que cualquier proceso de pensamiento o cualquier experimento debe repetirse varias veces para que estemos seguros de la verdad a la que se quiere llegar.

Empezar a pensar de nuevo por nosotros mismos es el rasgo más típicamente renacentista de toda la filosofía cartesiana. Descartes inaugura un nuevo concepto de verdad que no se refiere tanto a la cosa, sino a la coherencia interna de nuestros propios pensamientos.

Plantea el carácter universal y absoluto de la razón, que con sus propias fuerzas puede llegar al descubrimiento de toda verdad posible. Además, propone que la experiencia está subordinada a la razón. La experiencia, (observación y experimento), es útil para decidir sólo en los casos en los que la razón plantea alternativas equivalentes.

Descartes inicia una nueva etapa en la filosofía, la filosofía idealista, que centra la atención de estudio en el sujeto cognoscente y no en la cosa conocida.

De esta forma el concepto de verdad cambia radicalmente, dejando de ser la adecuación del intelecto con la cosa para pasar a ser la coherencia interna de nuestros pensamientos.

Creemos que un científico experimental en su actividad tiene que involucrar ambos aspectos. Es decir, debe existir una coherencia interna en nuestros pensamientos, pero siempre referidos y adecuados al objeto, que existe independientemente de nuestros propios pensamientos, y del cual queremos conocer alguna cosa. El científico por lo general no presta atención al desarrollo lógico de su discurso mental, ni cree haber alcanzado éxito en sus investigaciones si encuentra coherencia en sus pensamientos, sino más bien cuando desentraña los secretos del objeto de estudio y puede expresarlos de manera rigurosa y universal, ya sea como una teoría o parte integrante de una o cuando logra la aplicación tecnológica de sus conocimientos en favor del desarrollo de la humanidad. Pero en cuanto a la noción de verdad nos inclinamos por la definición clásica de "adecuación del intelecto con la cosa".

Por último, la afirmación de que la observación y la experimentación sólo sirven en el caso de que la razón se tope con dos alternativas equivalentes nos parece una contradicción ya que toda investigación parte siempre de la observación de un fenómeno y de su estudio teórico o experimental.

¿Cómo iniciar una investigación sin recurrir a la observación de un fenómeno? Esto significaría que nuestra razón es creadora de todas las cosas.

Pero entonces ¿para qué recurrir a la observación en caso de duda si mi razón es quien crea las cosas y crea aún esa misma duda? Algo externo a mi razón no sería capaz de resolver una duda creada por mi propia razón.

#### 4.5.4. Gottfried W. Leibniz (1646-1716).

La revolución científica había producido en la historia del pensamiento occidental un giro radical y decisivo. No sólo las soluciones, sino también la problemática misma de la filosofía escolástica y la filosofía antigua parecían estar superadas, hasta el punto de que ni siquiera se podían replantear. Pero justamente estos son los conceptos que Leibniz replantea reivindicando su validez y perennidad. Al mismo tiempo muestra la posibilidad de conciliar este tipo de filosofía con los descubrimientos más significativos de la filosofía moderna.

Leibniz descubre que en realidad se trata de perspectivas colocadas en planos diferentes que no sólo no entran por sí mismas en colisión, si se les otorga su adecuado significado, sino que pueden integrarse de manera conveniente con grandes ventajas.

Toda la filosofía de Leibniz se basa en este grandioso intento de mediación y síntesis entre lo antiguo y lo nuevo, en el que le ayudaba eficazmente su doble conocimiento, por una parte de los filósofos antiguos y medievales, y por otra del cartesianismo y de los métodos de la nueva ciencia, siendo él mismo un científico muy valioso. En una carta a Thomasius, Leibniz escribe: "No me avergüenzo, por lo tanto, de afirmar que encuentro en los libros de Aristóteles más cosas acertadas que en las meditaciones de Descartes". Pero Leibniz no trata, como es obvio, de retornar a los antiguos sino de conseguir un avance ulterior. Antes se rechazaba el enfoque mecanicista para dar explicación a los fenómenos, mientras que Leibniz le otorga un gran valor en la medida en que coincide con el punto de vista de la ciencia, pero al mismo tiempo hace ver como sólo una consideración finalista -basada en principios metafísicos- está en condiciones de ofrecer una visión global de las cosas con una perspectiva verdaderamente filosófica. Por lo tanto una conciliación de ambos métodos es muy provechosa para el conocimiento científico y particular de las cosas.

Leibniz explica que los filósofos modernos se equivocan cuando desacreditan los principios metafísicos como el de substancia, ya que sirven para dar una explicación general de la realidad que no pueden dar las causas mecánicas.

Pero por otro lado los filósofos antiguos se equivocaron cuando pretendían explicar con estas formas substanciales los fenómenos particulares de la física. Distinguir entre el plano de la explicación filosófica general y el plano de la explicación científica particular permite que Leibniz efectúe una mediación entre los puntos de vista antiguo y moderno.

La conclusión de Leibniz es muy importante: los elementos constitutivos de la realidad son algo que se encuentra por encima del espacio, del tiempo y del movimiento, es decir, de aquellas sustancias tan criticadas por los modernos. Reintroduce así la substancia en cuanto principio de fuerza que posee en sí misma su propia determinación y perfección esencial, es decir su propia finalidad interna. El término utilizado por Leibniz para nombrar a las sustancias es el de "mónada", y toda su teoría filosófica se basa en el estudio de este concepto básico.

Leibniz distingue perfectamente dos aspectos distintos del conocimiento: el conocimiento científico y el conocimiento filosófico, y propugna por darle a cada uno de ellos su valor, su campo de estudio y su complementariedad explicando que no son aspectos antagónicos, sino dos planos de la actividad cognoscitiva del hombre. Nuestra postura desde el principio de este trabajo ha sido distinguir y valorar todas las formas de conocimiento del hombre sin absolutizar ninguna de ellas, ya que todas son necesarias para un conocimiento completo y verdadero de la realidad que nos rodea.

Si exaltáramos solamente el conocimiento filosófico dejaríamos de utilizar un instrumento poderosísimo de conocimiento de la realidad como la ciencia, la cual es la única capaz de aportar descripciones profundas y completas sobre los procesos de la naturaleza. Pero si tomáramos en cuenta sólo a la ciencia descartando a la filosofía y a las demás formas de conocimiento seríamos incapaces de conocer todas aquellas realidades que sobrepasan el objeto de la ciencia, como lo son la inteligencia, la voluntad, el amor, la libertad, la belleza, el espíritu etc. que son básicas para entender lo que es el hombre y sus relaciones con otros en la sociedad. A lo largo de la historia, como veremos más adelante, la ciencia es quien se ha alzado como paradigma de conocimiento y se han tratado de explicar con ella aspectos de la realidad que están fuera de su alcance. Esto es lo que se ha llamado científicismo, que en lugar de ayudar a una correcta comprensión de lo que es la ciencia, la ha entorpecido en su desarrollo proponiéndole temas que están fuera de su ámbito.

#### 4.5.5. El desarrollo de la Filosofía Moderna hasta Kant.

El desarrollo de las ideas filosóficas modernas continuó vertiginosamente en todos los campos alcanzando gran esplendor con Emmanuel Kant. El rechazo a la metafísica se fue haciendo más generalizado y se buscó rehacer el conocimiento con las bases y principios de la ciencia. En esta época surge el empirismo: la experiencia sensible como única fuente de conocimiento, como paradigma del desarrollo del conocimiento.

Thomas Hobbes (1588-1679) plasmó en una de sus cartas uno de los manifiestos más significativos de la edad moderna: "...Una vez establecidos los verdaderos principios de la física me dedicaré a atemorizar y a expulsar a esta empusa<sup>12</sup> metafísica, no combatiendo, pero sí arrojando luz".<sup>13</sup>

Del mismo modo afirma Hobbes que la filosofía de la que él trata no es la de los códigos metafísicos, sino la de el fruto de la razón humana natural, hija de la mente humana. Y especifica que la filosofía es de máxima utilidad en la medida en que, si se aplican a la moral y a la política las reglas científicas, se podrán evitar las guerras y las calamidades de la humanidad.

Posteriormente John Locke (1632-1704) se dedicó al estudio del intelecto humano pero no buscando los ámbitos del conocimiento como Bacon, sino estudiando al intelecto en sí mismo, sus capacidades, sus funciones y sus límites, fundando de esta manera el empirismo crítico, que conducirá al criticismo kantiano como meta final. La tesis más llamativa de Locke es que las ideas proceden de la experiencia y que, por lo tanto, la experiencia constituye el límite infranqueable de todo posible conocimiento. Sin embargo Locke afirma que el conocimiento de Dios es más cierto incluso que lo que nos manifiestan los sentidos y afirma que el hombre llega al conocimiento de Dios por demostración. Cabe entonces preguntarnos ¿cómo puede afirmar esto Locke si propone que el límite de todo conocimiento es la experiencia sensible, si de Dios no tenemos experiencia sensible? Para explicar esto, Locke introduce el concepto de "idea de substancia".

La idea de substancia nace del hecho de que constatamos que algunas ideas simples siempre van unidas y, por consiguiente, nos acostumbramos a suponer que existe un substrato que les permite subsistir y al que están subordinadas, aunque no sepamos en qué consiste.

---

12. Empusa: Antiguo monstruo que, a la entrada de los infiernos asumía diferentes formas sucesivamente.

13. Carta dedicatoria al conde de Devonshire que precede a su libro "De corpore".

Locke no niega la existencia de las substancias, sino que se limita a negar que de ellas tengamos ideas claras y distintas. Considera que un conocimiento preciso de tales substancias es algo que excede a la comprensión de un intelecto finito.

Este será el punto básico de la teoría kantiana, en la cual es el intelecto quien, a partir de los datos sensibles, elabora una imagen del objeto a través de sus estructuras propias. La experiencia sensible indudablemente es un modo de acceso a la realidad de suma importancia, pero no es el único.

Por otro lado, los principios de la ciencia tienen su propio campo de aplicación y no pueden ser usados indiscriminadamente para resolver cualquier problema que se presente en el avance del conocimiento. Son muchos y complejos los obstáculos con los que nos topamos cuando queremos estudiar problemas como la demostración de la existencia de Dios y muchos otros similares utilizando el empirismo crítico, ya que no es el instrumento adecuado para abordarlos.

#### 4.5.6. Emmanuel Kant (1724-1804).

Kant es uno de los más grandes pensadores de la historia y una de las cimas del pensamiento moderno. Es por eso que el estudio del concepto de ciencia en Kant es imprescindible. Como hemos dicho anteriormente, Kant desarrolla todo un sistema filosófico cuyo fundamento no es el objeto que se conoce sino el sujeto cognoscente. Esta diferencia en el punto de partida implica, como es lógico, una forma nueva de explicar el mundo. En la universidad, Kant entró en contacto con la física de Newton. A partir de ese momento se fue consolidando en su interior la convicción de que la nueva ciencia -en particular la física newtoniana- había adquirido ya una madurez y un método que obligaban a separarla de la metafísica y tratar de conseguir en ésta el rigor y la concreción de resultados de la física. En su obra "La investigación sobre la evidencia de los principios de la teología natural y de la moral", Kant reitera la idea de que la metafísica debe actuar de acuerdo con el mismo método que Newton introdujo en la física y que se ha mostrado tan fecundo.

Por consiguiente, la metafísica debe investigar las reglas según las cuales tienen lugar los fenómenos, mediante una experiencia segura y con el auxilio de la geometría.

En 1769 Kant inicia su revolución copernicana del pensamiento, para tratar de superar el racionalismo y el empirismo, el dogmatismo y el escepticismo.

En primer lugar se propuso establecer la diferencia que existe entre el conocimiento sensible y el inteligible. El primero está constituido por la receptividad del sujeto, que en cierto modo se ve afectado por la presencia del objeto. Este hace una representación de las cosas según se le aparecen, no como son en sí.

En cambio el conocimiento intelectual es la facultad de representar aquellos aspectos de las cosas que, por su misma naturaleza, no se pueden captar mediante los sentidos. Estas constituyen los noúmenos y nos presentan las cosas que no son sensibles tal como son.

Todo conocimiento sensible tiene lugar en el espacio y el tiempo. Para Kant estas dos propiedades no son propiedades de las cosas, realidades ontológicas, y tampoco son relaciones entre los cuerpos, sino que son las formas de la sensibilidad. Son modos a través de los cuales el sujeto capta sensiblemente las cosas. No se trata de que el sujeto se adecúe al objeto cuando lo conoce sino al revés: el objeto es el que se adecúa al sujeto. Esta es la primera gran iluminación de Kant.

Posteriormente observa que el éxito del conocimiento científico radica en que se trata de una síntesis a priori. Por lo tanto comprendiendo cómo se realizan estos juicios sintéticos a priori podremos comprender el por qué es posible la ciencia física, matemática, etc., y tratar de darle a la filosofía -en específico a la metafísica- un método sintético a priori que la pueda hacer tan clara como la ciencia. Para entender esto es preciso definir algunos términos:

El conocimiento científico consta fundamentalmente de proposiciones o juicios universales y necesarios,<sup>14</sup> que incrementan de manera continua el conocimiento. Pero ¿cuáles son esos juicios?

Un juicio consiste en la conexión entre dos conceptos, uno de los cuales sirve de sujeto (A) y otro de predicado (B). El concepto que actúa como predicado (B) puede estar contenido en el concepto que actúa como sujeto (A) y por lo tanto cabe hallarlo mediante un simple análisis del sujeto. Esto es un juicio analítico, por ejemplo "todo cuerpo es extenso", en donde "extensión" está incluido en "corporeidad".

---

<sup>14</sup>. Se habla de juicios necesarios en el sentido de que no pueden estar equivocados o ser falsos.

Sin embargo el predicado (B) puede no estar incluido en el sujeto (A) y de todas maneras convenirle a éste. El predicado añade al sujeto algo que no se puede establecer por mero análisis. Esto es un juicio sintético.

El juicio analítico es formulado a priori, sin necesidad de apelar a la experiencia y por lo consiguiente universal y necesario. Pero no amplía el conocer, por lo que no puede ser el juicio de la ciencia.

El juicio sintético por el contrario, amplía el conocimiento, pues nos dice algo nuevo del sujeto que no está contenido en él. Estos juicios se basan en la experiencia.

Sin embargo, la ciencia tampoco puede apoyarse en ellos porque al depender de la experiencia son a posteriori y por esto no pueden ser universales y necesarios. De estos juicios pueden obtenerse a lo más algunas generalizaciones.

Es obvio por lo tanto, que la ciencia se apoya en un tercer tipo de juicios que pueden realizarse gracias a la intuición: los sintéticos a priori. En los juicios de la ciencia como por ejemplo "en un cambio físico permanece invariable la cantidad de materia" vemos que, en el concepto de materia, no pensamos el de permanencia, por lo tanto hay sintetisidad, y además añadimos a priori un concepto a otro. Los juicios de la ciencia son sintéticos a priori, pues avanzan en el conocimiento pero no se apoyan en la experiencia. Según Kant, si descubrimos cuál es el fundamento de estos juicios podremos resolver los problemas concernientes al conocimiento humano, su alcance, sus ámbitos y sus horizontes. Podremos establecer cuál es el valor y cuáles los límites del conocimiento humano.

El fundamento de los juicios analíticos a priori es el principio de identidad, (sujeto y predicado equivalentes).

El fundamento de los sintéticos a posteriori es la experiencia, por la que relacionamos al sujeto con el predicado.

Pero el descubrimiento del fundamento de los juicios sintéticos a priori será el meollo del criticismo kantiano:

"Galileo... Torricelli... Sthal... comprendieron que la razón sólo ve lo que ella misma produce de acuerdo con su propio designio y que, mediante los principios de sus juicios de acuerdo con leyes inmutables, debe presentarse ante la naturaleza y exigirle que responda a sus preguntas; y no dejarse guiar por ella como con unas riendas, por así decirlo; si así no fuese, nuestras observaciones -realizadas al azar y sin un propósito preestablecido- nunca llegarían hasta una ley necesaria, que es sin embargo lo que la razón necesita y lo que está buscando. Es necesario pues que la razón se presente ante la naturaleza llevando en una mano los principios, que son los únicos que hacen posible que los fenómenos concordantes posean valor de ley, y en la otra, el experimento que ella haya imaginado según tales principios: para que la naturaleza le instruya, no como si fuese un alumno que se limita a oír todo lo que le plazca al

maestro, sino como juez, que obligue a los testigos a responder las preguntas que les dirija." (Kant, E. "Crítica de la razón pura").

Kant considera que no es el sujeto el que, al conocer, descubre las leyes del objeto, sino al revés, el objeto es el que se adapta -cuando es conocido- a las leyes del sujeto que le recibe desde el punto de vista cognoscitivo.

"Hasta ahora se ha admitido que todos nuestros conocimientos deben regularse según los objetos; pero todos los intentos de establecer con respecto a ellos algo a priori, por medio de conceptos... no han logrado ningún resultado. Por lo tanto, hágase la prueba de ver si somos más afortunados en problemas de metafísica, suponiendo la hipótesis de que los objetos deban regularse de acuerdo con nuestro conocimiento: esto concuerda mejor con la deseada posibilidad de un conocimiento a priori, que establezca algo con relación a los objetos, antes de que estos nos sean dados." (Kant, E. "Crítica de la razón pura").

Kant supone con esta revolución que nuestra intuición sensible no es la que debe regularse según la naturaleza de los objetos, sino que los objetos han de regularse de acuerdo con la naturaleza de nuestra facultad sensible. De manera análoga supone que no es el intelecto el que debe regularse a los objetos para extraer los conceptos, sino al revés: los objetos en cuanto son pensados deben ajustarse a los conceptos del intelecto y concordar con ellos. En resumen, de las cosas sólo conocemos aquello que nosotros mismos hemos colocado en ellas. De esta forma vemos que el fundamento de los juicios sintéticos a priori es el sujeto con las leyes de su sensibilidad y su intelecto. A través de los sentidos los objetos nos son dados y a través del intelecto son pensados.

Las formas puras de la sensibilidad son el espacio y el tiempo, que no existen mas que en la mente del hombre y que son las herramientas para captar el fenómeno -la presencia del objeto-. No podemos captar los objetos sensibles de otra forma, ya que nuestra sensibilidad sólo capta el fenómeno temporalizando y relacionando en el espacio los objetos. No podemos conocer más del objeto sensible pues nuestra sensibilidad está determinada por esas dos categorías. Estas formas de la sensibilidad son las que hacen posible la geometría y las matemáticas y es por eso que estas dos ciencias son hechas por el hombre a priori, ya que emanan de estructuras del hombre mismo y no de las cosas.

De la misma forma, el intelecto se apoya en las formas o categorías intelectuales para poder conocer el fenómeno presentado por la sensibilidad. El intelecto procede también según unas funciones que él mismo posee para poder conocer las cosas. Estas categorías no son conceptos sino funciones o modos de proceder del intelecto.

Según su análisis de los juicios de la lógica formal aristotélica, a la cual consideraba perfecta desde su nacimiento, Kant estableció que son doce las categorías del intelecto. Se muestra a continuación la tabla de los doce juicios y las doce categorías kantianas o funciones del intelecto:

Tabla de los juicios.

Tabla de las categorías.

I. Cantidad.

1. Universales.
2. Particulares.
3. Singulares.

1. Unidad.
2. Pluralidad.
3. Totalidad.

II. Cualidad.

1. Afirmativos.
2. Negativos.
3. Infinitos.

1. Realidad.
2. Negación.
3. Limitación.

III. Relación.

1. Categóricos.
2. Hipotéticos.
3. Disyuntivos.

1. De inherencia y subsistencia.
2. De causalidad y dependencia.
3. De reciprocidad.

IV. Modalidad.

1. Problemáticos.
2. Asertóricos.
3. Apodícticos.

1. Posibilidad-Imposibilidad.
2. Existencia-Inexistencia.
3. Necesidad-contingencia.

Es el hombre que con su intelecto introduce ahora el orden en la naturaleza y este orden será el fundamento de la existencia de las ciencias naturales. El hombre puede conocer la naturaleza y realizar juicios sintéticos a priori sobre ella para aumentar su conocimiento ya que el mismo intelecto del hombre le ha dado el orden.

El sistema kantiano es tan amplio y complejo que resulta imposible en este trabajo, profundizar en todas sus consecuencias. La gran aportación de Kant es tratar de poner en evidencia el por qué es posible la ciencia y por qué alcanza nuevos conocimientos universales y necesarios, al darle su fundamento precisamente en las formas o categorías de la sensibilidad y el intelecto humano. Más que en dar un concepto de ciencia, su labor radica en el estudio de su posibilidad, su fundamento, su valor y su fuerza. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la ciencia conocida por Kant fue la física newtoniana, en la que basa, como paradigma, gran parte de su estudio. Podemos preguntarnos ¿cómo hubiera sido el sistema kantiano si hubiera conocido la física cuántica y principios como el de insertidumbre de Haisenberg? Tal vez es algo que nunca nadie podrá responder, pero seguramente no sería el mismo.

Por otro lado, la postura kantiana sigue teniendo una dosis mínima de realismo ya que afirma la existencia de una realidad externa a la mente humana aunque no podamos conocerla tal cual es. El decir que el hombre otorga el orden a la naturaleza se refiere al modo en que son conocidas las cosas e integradas en el concepto de cosmos; no a que sean creadas y tengan su existencia gracias al intelecto humano.

Aquí se abre una de las interrogantes más profundas de la ciencia, la filosofía y en general del conocimiento humano: ¿pueden ser conocidas las cosas tal como son en la naturaleza, o por el contrario, no hay forma de acceder a ellas y lo único que puede ser conocido es el fenómeno, es decir la representación hecha por el intelecto de las cosas?

Es difícil dar respuesta a esta interrogante, pero por la experiencia que tenemos como estudiantes de una ciencia, y por el objetivo que vemos en ella, sentimos que la ciencia tiende a dar una explicación de la naturaleza tal cual es, aunque tal vez por ahora no lo haya logrado.

#### 4.6. El Positivismo.

El positivismo se integra en tradiciones culturales diferentes: en Francia se inserta en el interior del racionalismo, que va desde Descartes hasta la Ilustración; en Inglaterra, se desarrolla sobre la tradición empirista y utilitaria, y se relaciona a continuación con la teoría darwinista de la evolución; en Alemania asume la forma de un rígido cientifcismo y de un monismo materialista; en Italia, con Ardigo, sus raíces se remontan al naturalismo renacentista, aunque sus frutos más notables los brinda en el ámbito de la pedagogía y de la antropología criminal.

Sin embargo el positivismo presenta rasgos comunes, que permiten calificarlo como una corriente de pensamiento unitaria. Los puntos principales de esta corriente son:

a) El positivismo reivindica el primado de la ciencia; sólo conocemos aquello que nos permite conocer la ciencia. El único método de conocimiento es el de las ciencias naturales.

b) El método de las ciencias naturales -descubrimiento de las leyes causales y el control que éstas ejercen sobre los hechos- no sólo se aplica al estudio de la naturaleza sino también al estudio de la sociedad.

c) La sociología -entendida como la ciencia de aquellos "hechos naturales" constituidos por las relaciones humanas y sociales- es un resultado característico del programa filosófico del positivismo.

d) En el positivismo no sólo se da la afirmación de la unidad del método científico y de la primacía de dicho método como instrumento de conocimiento, sino que se exalta a la ciencia en cuanto único medio en condiciones de solucionar, en el transcurso del tiempo, todos los problemas humanos y sociales que hasta entonces habían atormentado a la humanidad.

e) La época del positivismo se caracterizó por un optimismo general, que surge de la certidumbre en un progreso imparable -concebido en ocasiones como resultado del ingenio y del trabajo humano, y en otros casos como algo necesario y automático- que avanza hacia condiciones de bienestar generalizado, en una sociedad pacífica y penetrada de solidaridad entre los hombres.

f) En líneas generales el positivismo se caracteriza por una confianza acrítica y a menudo expedita y superficial en la estabilidad y en el crecimiento sin obstáculos de la ciencia. Dicha confianza acrítica se transformó en un fenómeno consuetudinario.

g) El Positivismo combate las concepciones idealistas y espiritualistas de la realidad, concepciones que los positivistas acusaban de metafísicas, aunque ellos cayesen también en posturas metafísicas tan dogmáticas como aquellas que criticaban.

#### 4.6.1. Auguste Comte (1798-1857).

Fue el iniciador del positivismo francés, el padre oficial de la sociología, y el representante más cualificado del pensamiento positivista.

En su libro "Curso de filosofía positiva" (1830-1842) Comte expone su gran ley. Se trata de la ley de los tres estadios, según la cual la humanidad, al igual que el alma de los individuos humanos, atraviesa tres estadios: el teológico, el metafísico y el positivo.

En el estadio teológico los fenómenos son vistos como "productos de la acción directa y continua de agentes sobrenaturales, más o menos numerosos"; en el estadio metafísico; las esencias, las ideas o las fuerzas abstractas, son las que explican los fenómenos (los cuerpos se unirían gracias a la simpatía y las plantas crecerían con motivo del alma vegetativa).

Únicamente en el estadio positivo, el espíritu humano, admitiendo la imposibilidad de conseguir conocimientos abstractos, renuncia a interrogarse sobre cuál es el origen y el destino del universo, cuáles son las causas íntimas de los fenómenos, y busca descubrir, mediante el uso bien concertado del razonamiento y de la observación, sus leyes efectivas, es decir, sus invariables relaciones de sucesión y semejanza.

El objetivo de la ciencia reside en la búsqueda de leyes, porque "sólo el conocimiento de las leyes de los fenómenos -cuyo resultado connotante nos permite preverlos- puede evidentemente conducirnos en la vida activa a modificarlos en beneficio nuestro".

La ley es necesaria para efectuar previsiones, y a su vez éstas son necesarias para la acción del hombre sobre la naturaleza.

"Ciencia y por lo tanto previsión; previsión, y por lo tanto acción: tal es la fórmula que expresa con exactitud la relación general que existe entre ciencia y arte, tomando estos dos términos en su acepción más amplia".

Comte no está de acuerdo con la opinión según la cual la ciencia estaría, esencialmente y por su propia naturaleza, dirigida a los problemas prácticos.

Se muestra muy claro acerca de la naturaleza teórica de los conocimientos científicos, que hay que distinguir con toda claridad de los que son técnico-prácticos.

Tampoco es un empirista, que sólo se preocupe por los datos de hecho y que excluya las teorías.

La mera erudición consiste en hechos sin leyes, en cambio, la verdadera ciencia está constituida por leyes controladas que se refieren a hechos. Dicho control a través de hechos sirve para excluir de la ciencia toda investigación relativa a las esencias y a las últimas causas metafísicas.

Las ideas de Comte sobre la doctrina de la ciencia han ejercido influencia sobre el pensamiento posterior debido a su claridad y a su validez, pero a la vez propone una imagen muy rígida, casi absolutizada, de la ciencia: condena las investigaciones especializadas e incluso las de carácter experimental, el uso excesivo del cálculo, y toda investigación científica cuya utilidad no sea evidente.

Según su opinión, no hay que confiar la ciencia a los científicos, sino a los "verdaderos filósofos", esto es, a aquellos que se encuentran "dignamente llamados al sacerdocio de la humanidad". El posterior desarrollo de la ciencia sirvió para desmentir estas nociones de Comte. Entre otras cosas, un conocimiento que hoy parezca inútil, puede convertirse mañana en necesario. Sin embargo, dentro del sistema de Comte, un saber estable y congelado sirve para que exista un orden social estabilizado.

En la clasificación que Comte hace de las ciencias no menciona a la filosofía. ¿Qué lugar ocupa entonces para Comte la filosofía? La tarea de la filosofía consiste en "determinar con exactitud el espíritu de cada una de las ciencias, y resumir, si es posible, todos sus principios específicos en una cantidad mínima de principios comunes, siguiendo el método positivo. La filosofía se reduce así a la metodología de las ciencias; "es el único medio auténticamente racional de poner en evidencia las leyes lógicas del espíritu humano."

La noción de la importancia de la ciencia para el progreso de la humanidad, la crítica al pensamiento metafísico no comprobado, la idea de sociología como ciencia autónoma que no puede reducirse a las demás ciencias, la insistencia sobre la importancia de la tradición, el reconocimiento de la historicidad de los hechos humanos y de la misma ciencia, la toma de posición con respecto a la unicidad del método científico y al valor cognocitivo y no sólo práctico de la ciencia son algunos de los temas comtianos que han ejercido una influencia duradera a lo largo de la historia del pensamiento occidental.

En cuanto a la ley de los tres estadios que plantea Comte es una metafísica de la historia que contradice de manera absoluta el método positivo que él defiende.

#### 4.6.2. John Stuart Mill (1806-1873).

Para Mill todos nuestros conocimientos y todas las verdades, son de naturaleza empírica, incluyendo también las proposiciones de las ciencias deductivas. El silogismo no es un instrumento que aporte nuevos conocimientos. Es más bien la experiencia la que permite avanzar en el conocimiento.

Las ciencias deductivas o demostrativas, en todos los casos, sin ninguna excepción, son ciencias inductivas y su evidencia es la de la experiencia.

Si lo anterior es cierto ¿en qué condiciones podemos formular legítimamente proposiciones generales? (Problema de la inducción).

Mill afirma: "la inducción es aquella operación de la mente con la que inferimos que lo que sabemos que es verdad en uno o varios casos individuales, será verdad en todos los casos que se asemejen a los primeros, en ciertos aspectos determinables".

De forma sumaria "como una generalización de la experiencia, consiste en inferir, a partir de algunos casos individuales, en los que se observa que se verifica determinado fenómeno, que éste se llevará a cabo en todos los casos, es decir, en todos aquellos que se asemejan a los precedentes, en lo que se toma como circunstancias esenciales"

Lo importante será distinguir las circunstancias esenciales de las no esenciales, es decir, elegir entre las circunstancias que preceden o que siguen a un fenómeno, aquellas con las que éste se halla en conexión a través de una ley invariable. La cuestión más acuciante es la del fundamento de las inferencias inductivas o inducción: ¿cuál es la garantía que poseen todas nuestras inferencias a partir de la experiencia? Dicha garantía se encuentra según Mill en el principio fundamental según el cual, el curso de la naturaleza es uniforme.

No inferimos el futuro del pasado en cuanto a pasado y futuro, sino que inferimos lo desconocido de lo conocido, los hechos no observados de los observados, y lo que no pertenece a nuestra experiencia lo inferimos de aquello que hemos percibido o de lo que somos directamente conscientes.

El principio de inducción -uniformidad de la naturaleza, o principio de causalidad- constituye el axioma general de las inferencias inductivas: es la premisa mayor última de todas las inducciones. Esta gran generalización se halla fundamentada en generalizaciones previas. Por su intermedio se descubrieron las leyes más oscuras de la naturaleza, pero las más obvias fueron probablemente entendidas y aceptadas como verdades generales antes de que se hubiese oído hablar de aquélla.

En otras palabras, las generalidades más obvias que se descubrieron en un principio -el fuego quema, el agua moja, etc.- sugieren el principio de la uniformidad de la naturaleza. Dicho principio, una vez formulado, es colocado como fundamento de las generalizaciones inductivas; cuando se las descubre, éstas dan testimonio del principio de uniformidad, para el cual "es ley que todos los acontecimientos dependan de una ley".

Algunos han acusado a Mill de circularidad: el principio de inducción justifica las inducciones particulares, y a su vez éstas fundamentarían el principio de inducción. Mill creyó solucionar tal objeción afirmando que sólo sería correcta en el caso de aplicar la doctrina tradicional del silogismo. Sin embargo ésta no es válida: "Todos los hombres son mortales" no es la prueba de que sea verdad la proposición "Pedro Infante es mortal", sino que nuestra previa experiencia de la mortalidad nos autoriza a inferir a la vez la verdad general y el hecho particular, con el mismo grado de seguridad en ambos casos. El criterio de la experiencia consiste según Mill en que "hay que consultar a la experiencia para aprender de ella en qué circunstancias son válidos argumentos deducidos de la experiencia".

De todas maneras Mill tuvo que enfrentarse con William Whewell, un teórico de la ciencia, quien -rechazando las concepciones inductivistas de Mill- pensaba que las leyes y las teorías científicas no eran más que hipótesis inventadas por mentes humanas creativas, hipótesis que había que someter después a la prueba de los hechos.

#### 4.6.3. Herbert Spencer (1820-1903).

Spencer sostiene que la realidad última es incognoscible y que el universo es un misterio. Tanto la religión como la ciencia lo atestiguan.

Toda teoría religiosa es una teoría a priori del universo, y todas las religiones, prescindiendo de sus dogmas específicos, reconocen que el mundo, con todo lo que contiene y todo lo que lo circunda, es un misterio que requiere explicación, y que la potencia de la cual el universo constituye una manifestación es por completo impenetrable. Por otro lado, en la investigación científica por grande que sea el progreso realizado en la conexión de los hechos y la formulación de generalizaciones cada vez más amplias, por mucho que se haya adelantado en el proceso de reducir las verdades limitadas y derivadas a verdades más amplias y más profundas, la verdad fundamental continúa siendo más inaccesible que nunca. La explicación de lo explicable únicamente muestra con mayor claridad la inexplicabilidad de lo que permanece.

Tanto en el mundo exterior como en el íntimo, el científico se ve rodeado por perpetuos cambios, cuyo fin y cuyo principio resultan imposibles de descubrir. El científico sabe mejor que nadie que nada puede conocerse en su última esencia. Los hechos se explican; y a su vez, se explican las explicaciones; pero siempre habrá una explicación que explicar: la realidad última es incognoscible y siempre lo será.

Por consiguiente, religión y ciencia son conciliables: ambas reconocen lo absoluto y lo incondicionado. La tarea de la religión consistiría en mantener alerta el sentido del misterio, mientras que la función de la ciencia es extender cada vez más el conocimiento de lo relativo, sin llegar jamás a aprehender lo absoluto. Y si la religión se equivoca si se presenta como conocimiento positivo de lo incognoscible, la ciencia yerra cuando pretende incluir lo incognoscible en el interior del conocimiento positivo.

Dichos contrastes están destinados a irse atenuando cada vez más con el paso del tiempo, y "cuando la ciencia quede convencida de que sus explicaciones sólo son aproximadas y relativas, y la religión se convenza de que el misterio que contempla es algo absoluto, entre ambas reinará la paz permanente". Y si bien la religión tuvo el gran mérito de haber vislumbrado desde el principio la verdad última y no haber dejado jamás de insistir sobre ella, también es cierto -observa Spencer- que fue la ciencia quien ayudó o forzó a la religión a purificarse de sus elementos irreligiosos, por ejemplo, los de carácter animista o mágico.

Hasta ahora se ha visto la noción que Spencer defiende de la religión, de la ciencia y de la conciliabilidad entre ambas. ¿Cuál es el lugar y la función de la filosofía en el pensamiento de Spencer? Spencer define la filosofía como "el conocimiento con el grado más elevado de generalidad". Las verdades científicas -dice Spencer- desarrollan, amplían y perfeccionan los conocimientos del sentido común. Sin embargo, las verdades científicas existen por separado, incluso cuando mediante un proceso continuado de unificación se reagrupan y se organizan lógicamente a partir de algún principio fundamental de la mecánica, la física molecular, etc. Pues bien, "las verdades de la filosofía poseen... con las más elevadas verdades de la ciencia la misma relación que cada una de éstas mantiene con las verdades científicas más humildes. La filosofía, por lo tanto, es la ciencia de los primeros principios, donde se lleva hasta su último extremo el proceso de unificación del conocimiento". La filosofía "es un producto final de tal proceso, que comienza con una conexión de observaciones en bruto, continúa a través de la elaboración de proposiciones cada vez más amplias y separadas de los hechos particulares, y concluye con proposiciones universales".

Para lograr dicho objetivo, la filosofía ha de tomar como punto de partida los principios más vastos y más generales a los que haya llegado la ciencia. Según Spencer, tales principios son: la indestructibilidad de la materia, la continuidad del movimiento y la persistencia de la fuerza. Los principios de esta clase no son algo exclusivo de una sola ciencia, puesto que interesan a todas.

Por otra parte, se unifican a través de un principio más general que en opinión de Spencer es el de "la redistribución continuada de la materia y del movimiento. En realidad, no existe el reposo absoluto o la permanencia absoluta".

#### 4.7. El desarrollo de las ciencias en el siglo XIX.

##### 4.7.1. La ciencia adquiere significado filosófico.

Frecuentemente, a lo largo de la historia de las ideas se establece un estrecho vínculo entre ideas filosóficas o metafísicas, -es decir, teorías empíricamente incontrolables-, y teorías científicas.

Esto nos obliga a esbozar los rasgos de la evolución de algunas teorías científicas del siglo XIX que -afectando de lleno problemáticas filosóficas como la imagen del hombre, el libre arbitrio, la imagen del mundo o la idea misma de verdad- hicieron que los filósofos, incluso los más distantes a la mentalidad y las preocupaciones de la investigación científica, afrontasen el desarrollo de la ciencia. En el curso del siglo XIX las disciplinas matemáticas se someten a un proceso de aumento de rigor. Tal proceso culminará en los años que rodean a 1900 con el descubrimiento de las paradojas que, amenazando todo el edificio del saber matemático, plantearon problemas que se cuentan entre los más interesantes y fecundos a los que debieron hacer frente los matemáticos del siglo XX. Al mismo tiempo, el nacimiento de las geometrías no euclidianas termina con una de las ideas filosóficas más arraigadas -y más influyentes- dentro de la tradición del pensamiento occidental: la idea según la cual los axiomas de la geometría euclidiana eran verdades evidentes, autoevidentes e incontrovertibles, más allá de toda discusión. Las geometrías no euclidianas muestran que lo que se consideraba como principio no era más que comienzo, y que algunas proposiciones que eran vistas como algo eterno se reducían a convenciones.

Esto constituye un ejemplo de como determinados resultados obtenidos en el seno de una disciplina científica, pueden llegar a conmocionar teorías filosóficas como la del conocimiento. Obviamente, al imponerse una teoría del conocimiento sobre otra, aparecerán consecuencias relevantes para la idea de hombre -dado que el hombre que aprehende, construye o está capacitado para verdades absolutas, no se identifica con el hombre que sólo se muestra capaz de verdades siempre controvertibles o de convenciones- y para el amplio ámbito de las cuestiones filosóficas más urgentes, empezando por las de carácter ético, político y religioso.

En el siglo XIX, al igual que en el nuestro, existía un estrecho lazo entre sociedad industrial y desarrollo del saber. Sin embargo, no debemos caer en el error propio de aquella interpretación sociologista que, basándose en las evidentes relaciones que se dan entre ciencia e industria, defiende una rígida dependencia de la ciencia respecto de la industria, en el sentido de que la sociedad industrial permitiría exclusivamente el desarrollo de las disciplinas útiles desde el punto de vista de la industria. Buena parte de las matemáticas, la geometría no euclidiana, la teoría de la evolución o la astrofísica no nacieron porque sirviesen a la industria o a este o aquel poder.

Todo esto significa que la cultura científica del siglo XIX, aunque está condicionada por el desarrollo industrial, no constituye una variable dependiente de éste: sin un previo desarrollo del saber, la revolución industrial habría sido inimaginable.

Detrás de la ciencia del siglo XIX no se encuentra sólo el empresario o un príncipe, sino que está sobre todo la historia de los pueblos, la memoria cultural de generaciones y generaciones, en resumen: la tradición de Occidente. Y a Occidente se aplica lo que es válido en todos los casos: el ámbito de la verdad es mayor que el de lo útil.

#### 4.7.2. Ernst Mach (1838-1916).

Propuso una noción biológica del conocimiento, considerándolo como una progresiva adaptación a los hechos de la experiencia.

Según Mach, la sensación es un hecho global: constituye una forma de adaptación del organismo viviente al medio ambiente. Se trata, por ejemplo, del acomodo de la vista y del oído; el fenómeno de contraste de colores y formas; el reconocimiento del mismo objeto en diferentes condiciones de iluminación, o el reconocimiento de un ritmo musical. La

sensación hace referencia al individuo, pero es resultado de la evolución de la especie.

Como base de la ciencia existe algo, pero no son los hechos, sino las sensaciones.

Para Mach la tarea biológica de la ciencia consiste en ofrecer al individuo humano, que tenga una sensibilidad plenamente desarrollada, una orientación lo más acabada posible. No sería realizable otro tipo de ideal científico, y tampoco tendría ningún sentido.

La ciencia siempre surge a través de un proceso de adaptación de las ideas a un determinado sector de la experiencia. En la lucha entre la costumbre adquirida y el esfuerzo de adaptación surgen los problemas, que desaparecerán después de haber llevado a cabo la adaptación, y dejarán su lugar a otros que surgirán mientras tanto.

Para Mach un problema es un desacuerdo entre los pensamientos y los hechos, o un desacuerdo entre pensamientos. Por lo tanto, nos hallamos ante los problemas e intentamos solucionarlos a través de las hipótesis: el papel de las hipótesis es llevarnos a efectuar nuevas observaciones y nuevas investigaciones, que permitan contradecir o modificar nuestra conjetura; en pocas palabras, el papel de la hipótesis consiste en ampliar nuestra experiencia.

Para Mach la adaptación de los pensamientos a los hechos se da mediante la observación; la adaptación de los pensamientos entre sí es la teoría y la teoría y la observación nunca están separadas de manera tajante porque casi siempre la observación se encuentra influida por la teoría y, si tiene la suficiente entidad, ejerce a su vez una acción sobre la teoría, confirmándola, contradiciéndola o rectificándola.

La experimentación puede darnos a conocer la dependencia o independencia relativa de los elementos de un fenómeno.

La ciencia nos permite conocer las interdependencias que existen entre los fenómenos. En efecto Mach plantea que, cuando las ciencias se hallan muy desarrolladas, cada vez emplean con menos frecuencia los conceptos de causa y efecto. La razón de ello es que estos conceptos son provisionales, incompletos e imprecisos, mientras que la noción de función nos permite representar mucho mejor las relaciones de los elementos entre sí. Mach no critica únicamente el concepto de causa, sino también el de sustancia, como lo pone de manifiesto lo que se acaba de mencionar. Para Mach ni siquiera la sustancia, la materia, es un factor persistente incondicionalmente. Lo que llamamos materia es una cierta conexión regular de los elementos (sensaciones). Las sensaciones de los diversos sentidos de un hombre, al igual que las sensaciones de diversos hombres son, por norma general, recíprocamente dependientes. En esto consiste la materia.

Para Mach la función de la ciencia es investigar lo que resulta constante en los fenómenos naturales, los elementos propios de dichos fenómenos, la manera en que se relacionan y su dependencia recíproca. Mediante una descripción clara y completa la ciencia se propone que se haga innecesario el recurrir a nuevas experiencias. Una vez que se conoce la recíproca dependencia entre dos fenómenos, la observación de uno vuelve superflua la del otro.

En la descripción también se puede, según Mach, ahorrarse trabajo, utilizando métodos que permiten describir de una sola vez y en forma más breve la mayor cantidad de hechos.

Plantea que toda la ciencia tiene el propósito de substituir -es decir economizar- experiencias mediante la reproducción y la anticipación de hechos en el pensamiento. Tales reproducciones son más manejables que la experiencia directa y desde ciertos puntos de vista la substituyen.

#### 4.7.3. El Convencionalismo.

##### 4.7.3.1. Edouard Le Roy (1870-1954).

Fue un espiritualista ligado al modernismo. Le Roy propugnaba un convencionalismo extremo en la teoría de la ciencia, afirmando que las leyes y las teorías científicas poseen un carácter convencional, hasta el punto que resulta inútil cualquier verificación o control que se lleve a cabo sobre ellas con el propósito de comprobar la presunta objetividad de las teorías. Para Le Roy el mismo hecho es algo elaborado y construido por las categorías del científico, a través de las cuales se define ese hecho.

##### 4.7.3.2. Henri Poincaré (1854-1912).

Como rectificación al convencionalismo de Le Roy apareció una forma de convencionalismo moderado, planteado por Poincaré y Duhem, que ha sido y continúa siendo una teoría de la ciencia influyente y fecunda.

Poincaré se encuentra dispuesto a reconocer el elemento convencional que hay en la ciencia, pero esto no lo lleva a sacrificar el menos evidente, pero real, carácter cognoscitivo y objetivo de las teorías científicas.

Sin duda alguna, en la ciencia existen elementos convencionales, pero éstos hallan limitaciones en la base del edificio de dicha ciencia. Encuentran limitaciones porque no es cierto lo que afirma Le Roy en cuanto a que el científico crea el hecho, aunque sea verdad que el científico crea el hecho científico, hablando sobre éste desde el interior de una teoría científica. Para Poincaré lo único que crea el científico en un hecho determinado es el lenguaje mediante el cual lo enuncia.

Poincaré plantea que el científico interviene activamente eligiendo los hechos que merecen ser observados.

Un hecho aislado carece por sí mismo de interés; no obstante, adquiere interés si cabe pensar que sirva de ayuda para predecir otros nuevos; o también si antes de ser pronosticado, su realización es la confirmación de una ley. Los científicos elevan leyes más universales y mejor confirmadas a la categoría de principios indiscutibles "solidificados, que ya no están sometidos al control de la experiencia". Sin embargo, también es cierto que en el interior de estos principios radica toda una serie de hipótesis que, aunque creadas por el hombre, pueden someterse a un control empírico. En efecto, la experiencia es la única fuente de verdad.

Para Poincaré toda generalización es una hipótesis y la hipótesis tiene un papel necesario que nadie ha puesto en duda. En cualquier caso, la hipótesis tiene que ser sometida a verificación, lo antes posible y con la mayor frecuencia posible. Si la hipótesis no soporta la prueba hay que abandonar dicha hipótesis. En ocasiones este rechazo de la hipótesis se realiza a desgana, pero en opinión de Poincaré no se justifica dicho sentimiento: el físico que haya renunciado a una de sus hipótesis, al contrario, debería estar alegre, porque encuentra así un inesperada ocasión de efectuar un descubrimiento.

#### 4.7.3.3. Pierre Duhem (1861-1916).

Otro prestigioso representante del convencionalismo es Pierre Duhem, físico e historiador de la ciencia, que quiso llevar a cabo un análisis lógico del método con el cual avanza la ciencia física, convencido de que su obra metodológica se había desarrollado a partir de la práctica cotidiana de la ciencia.

Para Duhem, antes que nada, una teoría física no es una explicación. Es un sistema de proposiciones matemáticas, deducidas de un número restringido de principios, cuyo objetivo consiste en representar un conjunto de leyes experimentales del modo más sencillo, más completo y más exacto. Por lo tanto no se trata de una explicación. Una teoría verdadera no brinda una explicación de las apariencias físicas conformes a la realidad; representa de modo satisfactorio un conjunto de leyes experimentales: una teoría falsa no es un intento de explicación basada en suposiciones contrarias a la realidad, sino un conjunto de proposiciones que no concuerdan con las leyes experimentales.

Para una teoría física, el único criterio de verdad consiste en el acuerdo con la experiencia. La teoría física, por lo tanto, es un conjunto de proposiciones matemáticas, convencional y económico, tanto más poderoso cuanto más numerosas sean las leyes que puedan derivarse de él. La teoría física en opinión de Duhem, es una construcción del intelecto humano y nunca nos da la explicación de las leyes experimentales, no nos revela en ningún caso las realidades que se ocultan tras las apariencias sensibles. Cuanto más perfecta es, mejor advertimos que el orden lógico que imprime a las leyes experimentales es el reflejo de una ordenación ontológica.

Para Duhem la física progresa porque la experiencia produce de manera continua nuevos acuerdos entre leyes y hechos, y porque de modo incesante los físicos retocan y modifican las leyes para poder representar los hechos de un modo más exacto.

Las leyes de la física se fundamentan en los resultados experimentales. Según Duhem un físico se propone demostrar la inexactitud de una proposición. Para deducir de dicha proposición la previsión de un fenómeno, para preparar el experimento que demuestre si el fenómeno se produce o no, para interpretar los resultados de esa experiencia y constatar que el fenómeno previsto no se ha producido, no se limita a hacer uso de la proposición que se discute. El físico continúa utilizando todo un conjunto de teorías aceptadas sin reservas. La previsión del fenómeno, cuya ausencia acabaría con la discusión no surge de la proposición en tela de juicio tomada aisladamente, sino en la medida en que está ligada a todo un conjunto de teorías.

Esto significa que la prueba de una hipótesis no puede efectuarse con ésta por separado. Necesitamos hipótesis auxiliares que ayuden a la hipótesis en cuestión a producir consecuencias observables, una instrumentación que englobe y presuponga otras teorías, etc. Por eso, el físico nunca puede someter al control de la experiencia una hipótesis aislada, sino todo un conjunto de hipótesis.

Cuando la experiencia se halla en desacuerdo con sus previsiones, ésta le enseña que por lo menos una de las hipótesis que integran el conjunto es inaceptable y hay que modificarla, pero no le indica cuál es la que hay que cambiar. Para Duhem el único control experimental de la teoría física que no resulta ilógico consiste en confrontar el sistema completo de la teoría con todo el conjunto de leyes experimentales y valorar si el segundo conjunto está representado de modo satisfactorio por el primero.

Según Duhem, es imposible llevar a cabo en física el "experimento crucial", por el cual dadas dos hipótesis incompatibles habría que decidir de una manera irrefutable e inequívoca la verdad de una o de otra, poniendo en práctica una condición que en conexión con la primera de un cierto resultado, y que en cambio conectada con la segunda de otro. El "experimento crucial" pretende sostener que si una hipótesis es falsa, la otra es necesariamente verdadera. Sin embargo ¿caso dos hipótesis físicas constituyen un dilema demasiado riguroso? El físico nunca está seguro de haber efectuado todas las suposiciones imaginables: la verdad de una teoría física no se decide a águila o sol.

#### 4.7.3.4. Evaluación del Convencionalismo.

El convencionalismo es una filosofía de la ciencia coherente y profunda. Puso en claro la función de la fantasía en la ciencia, creó instrumentos para comprender la dinamicidad de la ciencia y sobre todo tuvo el mérito de haber contribuido a clarificar las relaciones entre teoría y experimento. Sin embargo, hay que hacer notar que es muy discutible la noción convencionalista de la simplicidad del mundo tal como es revelado por las leyes de la física.

Aunque sea verdad que el control de una hipótesis nunca se identifica con el control de una única hipótesis, sin embargo, por motivos prácticos y por razones lógicas, el control de una hipótesis no implica a todo el saber, en la medida en que por ejemplo, tenemos que aceptar como válida de momento al menos aquella parte del saber que sirve para establecer un

protocolo falsador de la teoría y lo que implica y presupone dicha parte del saber.

Un peligro posterior que se detecta por lo menos en algunos convencionalistas es que, al exigir del saber científico más certeza que progreso, se teorice y se otorgue validez a la introducción de hipótesis "ad hoc" en las teorías que se hallen en peligro de zozobrar. Se trata de una operación que siempre resulta posible desde el punto de vista lógico, pero que provocaría el estancamiento de la ciencia.

#### 4.7.4. Hermann Cohen (1842-1918).

La ciencia, y más exactamente la física matemática, asume un papel de máxima importancia dentro de la concepción de Cohen. Este acepta la validez de la ciencia y concibe la filosofía precisamente como el estudio de las condiciones de validez de la ciencia. Cohen plantea que el fundamento de la objetividad de la ciencia reside en el "a priori". La ciencia no es un caos de percepciones ni se ha desarrollado como tal, ni es una acumulación de sensaciones o de hechos, sino que se ha desarrollado a través de la unificación de éstos mediante hipótesis, leyes y teorías. Las leyes y las teorías no las obtenemos mediante los hechos, se las imponemos a éstos: la teoría es lo "a priori". Y la filosofía se dedica a investigar los elementos puros -es decir a priori- del conocimiento científico.

Por lo tanto, la filosofía tiene que ser metodología de la ciencia, como lo fue para Kant. Cohen identifica la crítica kantiana con la crítica del sistema, de los métodos y de los principios de Newton. En consecuencia, no se trata de una interpretación idealista de Kant, ni de una interpretación psicológica, sino lógica: la crítica es metodología de la ciencia. Esta es la condición necesaria para que la filosofía conserve su carácter riguroso, sin ceder a las tentaciones de la metafísica idealista, de las reducciones psicologistas o de los errores positivistas.

Cohen pone en tela de juicio elementos de la doctrina kantiana. Ante todo rechaza la referencia a la cosa en sí, reinterpretándola como un principio de autolimitación de la experiencia: buscamos el todo, con teorías cada vez más generales, pero siempre hallamos partes.

#### 4.7.5. El Pragmatismo.

##### 4.7.5.1. Charles S. Peirce (1839-1914).

Según Pierce, el conocimiento es búsqueda, y la búsqueda parte desde la duda. La irritación de la duda es lo que provoca una lucha para conseguir un estado de creencia, que es un estado de calma y de satisfacción. Tratamos de conseguir creencias porque éstas son hábitos que determinan nuestras acciones.

La creencia no nos hace actuar de inmediato, pero nos pone en condiciones de comportarnos de una determinada manera cuando surge la ocasión. La duda no posee ningún efecto de esta clase pero nos estimula a la acción hasta que aquélla desaparece.

Peirce sostiene que pueden reducirse básicamente a cuatro los métodos para establecer con firmeza una creencia: 1) el método de la tozudez; 2) el método de la autoridad; 3) el método del "a priori", y 4) el método científico. El método de la tozudez consiste en la conducta propia del avestruz que esconde la cabeza en la arena cuando se aproxima un peligro; es el camino que sigue aquel que sólo se muestra seguro en apariencia, pero que en su interior es terriblemente inseguro; dicha inseguridad saldrá a la superficie siempre que se tropiece con alguna otra creencia que los demás consideran como igualmente buena. El impulso social, escribe Peirce, se muestra contrario a dicho método.

El método de la autoridad es el que utiliza quien -mediante la ignorancia, el terror y la imposición- pretende lograr el asentimiento de los que no piensan como él, o conseguir la armonía con el grupo al que pertenece. Este método posee una incomparable superioridad mental y moral con respecto al método de tozudez, ha tenido gran éxito y en la práctica siempre ha obtenido una y otra vez los resultados más impresionantes.

El método del "a priori" considera que las propias proposiciones fundamentales están de acuerdo con la razón; sin embargo, señala Peirce, la razón de un filósofo no se identifica con la razón de otro filósofo, como lo demuestra la historia de las ideas metafísicas. El método del a priori conduce al fracaso porque convierte la investigación en algo parecido al desarrollo del gusto; es un método que no difiere de manera esencial del método de la autoridad. Para Peirce si queremos establecer con validez nuestras creencias, hemos de apelar al método científico, que es el único correcto.

En la ciencia existirían tres modos distintos de razonamiento: la deducción, la inducción y lo que Peirce llama abducción. La deducción es un razonamiento que no puede conducir desde premisas verdaderas a conclusiones falsas. La inducción es una argumentación que partiendo del conocimiento de que determinados miembros de una clase, elegidos al azar, poseen determinadas propiedades, extrae la conclusión de que todos los miembros de la misma clase las poseerán igualmente. La inducción, afirma Peirce, se mueve en una línea de hechos homogéneos; clasifica y no explica.

En cambio, el salto desde los hechos homogéneos hasta sus causas se produce a través del tipo de razonamiento que Peirce califica de abducción, y cuyo esquema es el siguiente:

1. Es observado C, que es un hecho sorprendente.
2. Empero, si fuese verdad A, entonces C sería natural.
3. Por lo tanto, hay motivo para sospechar que A es verdad.

Este tipo de argumentación nos indica que, con objeto de hallar una explicación acerca de un hecho problemático, debemos inventar una hipótesis o conjetura desde la cual se puedan deducir consecuencias.

A su vez, éstas deben ser examinadas inductivamente, es decir, de modo experimental. De esta manera la abducción queda vinculada íntimamente con la deducción y con la inducción. Por otra parte, la abducción muestra que las creencias científicas siempre son falibles, porque las comprobaciones experimentales siempre podrán desmentir las consecuencias de nuestras conjeturas. Según Peirce para una mente científica, una hipótesis siempre se halla en comprobación.

Un concepto -el significado racional de una palabra- se reduce a sus efectos experimentales concebibles. Por ejemplo, el concepto de vino se reduce a determinados efectos controlables de esta substancia, que constituyen para nosotros un anuncio de que -a este respecto, ante aquellas cosas que creemos que son vino- nos hemos de comportar de una manera adecuada a las cualidades que creemos que el vino posee.

Toda nuestra concepción del objeto consiste en la concepción de estos efectos.

El pragmatismo de Peirce no reduce en absoluto la verdad a la utilidad, sino que más bien se estructura como una lógica de la investigación o una regla metodológica que contempla la verdad, en el sentido de que considera verdaderas aquellas ideas cuyos efectos concebibles resultan fortalecidos por un éxito en la práctica, éxito que jamás es definitivo y absoluto. Se trata de un empirismo que, a diferencia del empirismo clásico, manifiesta una tendencia hacia el futuro e insiste sobre el control continuado y el posible uso futuro de nuestros conocimientos.

#### 4.7.5.2. William James (1842-1910).

Bajo su dirección el pragmatismo se hizo famoso en todo el mundo. Las diferencias con el pensamiento pragmatista de Peirce son que, para James, las ideas se convierten en verdaderas en la medida en que nos ayudan a obtener una relación satisfactoria con las demás partes de nuestra experiencia, resumiéndolas por medio de esquemas conceptuales. Una idea es verdadera cuando nos permite avanzar y nos lleva de una parte a otra de nuestra experiencia, enlazando las cosas de un modo satisfactorio, actuando con seguridad, simplificando y economizando esfuerzos. Tal es la concepción instrumental de la verdad de James. De este modo, la verdad de las ideas se identifica con su capacidad de actuar, con su utilidad para mejorar o volver menos precaria la condición vital de un individuo.

#### 4.8. El Positivismo Lógico.

El progreso de la ciencia y de sus aplicaciones tecnológicas fue explotado durante los siglos XVIII y XIX en beneficio de corrientes de pensamiento de tipo empirista, materialista y positivista, que se presentaban como avaladas por la ciencia.

Estas corrientes tomaron cuerpo en el siglo XX en la obra de los miembros del Círculo de Viena, y proporcionaron el marco conceptual donde se desarrolló la moderna filosofía de la ciencia.

Se dice que el positivismo surgió como una respuesta a los excesos metafísicos de Hegel y sus sucesores neo-hegelianos que intentaron explicar la realidad en términos de entidades metafísicas abstractas -por ejemplo la entelequia y lo absoluto-, que no admitían ninguna especificación empírica.

El Círculo de Viena pretendía realizar una revolución filosófica definitiva en la historia de la humanidad. En esa perspectiva, se eliminaban todos los problemas metafísicos, incluyendo cualquier referencia a la teología y también a una ética basada en la metafísica. Esta nueva filosofía se presentaba como una consecuencia de la ciencia.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

El pensamiento de los miembros del Círculo de Viena se conoce como "Neopositivismo" o "Positivismo Lógico" y se caracteriza por una actitud decididamente antimetafísica y por toda una serie de profundos análisis de gran relevancia acerca del lenguaje, la estructura y los métodos de las ciencias naturales.

El núcleo de fondo es el principio de verificación, según el cual, sólo tienen sentido las proposiciones que se pueden verificar empíricamente a través de hechos de experiencia.

La historia del Círculo comienza en 1924 y sus miembros más destacados fueron Moritz Schlick, Rudolph Carnap, Herbert Feigl, Fredrich Waismann, Hans Hahn, Otto Neurath, Felix Kaufmann, Victor Kraft, Kurt Reidemeister, Hans Reichenbach, Carl Hempel y Olaf Helmer. En 1929 publicaron el manifiesto del círculo vienés "La concepción científica del mundo" en donde se dan a conocer las teorías fundamentales del neopositivismo.

#### 4.8.1. Las teorías fundamentales del Neopositivismo.

1) El principio de verificación constituye el criterio distintivo entre proposiciones sensatas y proposiciones insensatas, de manera que dicho principio se configura como criterio de significación que delimita la esfera del lenguaje sensato con respecto al lenguaje carente de sentido, que sirve para expresar el mundo de nuestras emociones y nuestros miedos.

2) Basándose en ese principio, sólo tienen sentido las proposiciones que pueden verificarse empíricamente o fácticamente, esto es, las aserciones de las ciencias empíricas.

3) La matemática y la lógica constituyen únicamente conjuntos de tautologías<sup>15</sup>, estipuladas de forma convencional e incapaces de decir algo acerca del mundo.

4) La metafísica, junto con la ética y la religión, al no estar constituidas por conceptos y proposiciones verificables de modo fáctico, son un conjunto de preguntas aparentes que se basan en pseudo conceptos.

---

<sup>15</sup>. Tautología: Discurso -en particular una definición- vicioso en cuanto inútil, por repetir en el predicado, el concepto ya contenido en el primer miembro.

5) La labor que debe realizar el filósofo serio consiste en un análisis de la semántica (la relación entre el lenguaje y realidad a la que se refiere aquél) y de la sintaxis (relación recíproca entre los signos de un lenguaje) del único discurso significativo: el discurso científico.

6) Por lo tanto, la filosofía no es una doctrina, sino una actividad: actividad esclarecedora del lenguaje.

Consideramos que estos planteamientos tratan de llevar a la ciencia más allá de donde en realidad puede llegar y desacreditan con argumentos poco sólidos la metafísica, la ética y la religión. El no usar métodos que no les corresponden no las invalida, simplemente muestra que su objeto es otro, muy distinto al de la ciencia. Sin embargo incluiremos estos argumentos en nuestro cuestionario para ver cuál es la postura de los hombres de ciencia con respecto a ellos.

#### 4.9. Karl R. Popper (n. 1902).

Durante mucho tiempo Popper había sido vinculado, en la bibliografía filosófica, al neopositivismo. Se ha dicho también que fue miembro del Círculo de Viena. Sin embargo, Popper nunca fue miembro del Círculo. El mismo, en sus "Réplicas a mis críticos", afirma que esa historia no es más que una leyenda -el que haya sido miembro del Círculo-; y en su "Autobiografía" acepta su responsabilidad con respecto a la muerte del Neopositivismo. En efecto, Popper no es un neopositivista. Substituyó el principio de verificación por el criterio de falsación que es un criterio de demarcación entre ciencia y no ciencia. Recemplazó la antigua, y en su opinión impotente teoría de la inducción, por el método deductivo de la prueba.

Popper propone una imagen crítica de la ciencia, identificando la actitud científica con la actitud crítica, que viene concebida como la adopción sistemática del método de ensayo y error, o de conjeturas y refutaciones: ante un determinado problema, se formulan hipótesis audaces que van más allá de los datos disponibles, luego se intenta encontrar enunciados observacionales que contradigan la hipótesis, y si esto se consigue, se modifica la teoría y se pasa a buscar nuevos contra-ejemplos, en un proceso que nunca acaba.

Su explicación del progreso del conocimiento viene concebida en función de la actitud crítica asumida como método. Esa perspectiva lleva a concluir que ningún conocimiento científico puede considerarse definitivo: las teorías científicas, o bien son falseadas -se prueba su falsedad-, o bien permanecen para siempre como conjeturas.

Popper ha insistido en que nunca pueden demostrarse las teorías científicas: según su punto de vista, la comprobación empírica proporciona indicaciones imprescindibles para juzgar el valor de las teorías, pero éstas serán siempre conjeturales y nunca se convertirán en verdades definitivamente demostradas.

La única garantía de la ciencia, sería precisamente la actitud crítica que lleva a someter a contrastación incluso las teorías mejor corroboradas. Más aún, debe fomentarse esa actitud. Puede hablarse, por tanto, de una "imagen heroica" de la ciencia.

Popper piensa que la investigación no toma como punto de partida observaciones, sino problemas: problemas prácticos o una teoría que ha tropezado con dificultades, es decir, que ha hecho nacer expectativas y luego las ha defraudado. Un problema es una expectativa defraudada. Cuando una expectativa -una hipótesis o un supuesto previo- choca contra otra expectativa o con la realidad -con los hechos-, tenemos un problema. La observación de un fenómeno siempre se mostrará a favor o en contra de una teoría. Para Popper el hombre no nace como "tábula rasa" es decir vacío de teorías, sino que por medio de la cultura adquirida, el hombre tiene ya ciertas expectativas, que mediante la observación pueden ser verificadas o defraudadas, surgiendo así un problema. Es por esto que la investigación siempre parte de un problema, una hipótesis y no de la observación. Esto se da tanto en la vida cotidiana como en la investigación científica.

La investigación, por lo tanto, se inicia partiendo de los problemas: justamente investigamos la solución de problemas, y para solucionarlos se hace necesaria la imaginación creadora de hipótesis o conjeturas; se necesita creatividad, creación de ideas nuevas y buenas para solucionar el problema. Aquí es preciso efectuar una distinción -sobre la cual Popper insiste con frecuencia- entre el contexto del descubrimiento y el contexto de la justificación. Una cosa es el proceso biológico o la génesis de las ideas; otra muy distinta, la comprobación de las ideas. Las ideas científicas no tienen orígenes privilegiados: pueden surgir del mito, de la metafísica, del sueño, de la ebriedad, etc. Lo importante para Popper, es que dichas ideas sean probadas de hecho. Y es obvio que, para que sean probadas de hecho, las teorías científicas deben ser comprobadas o controladas por principio.

#### 4.9.1. El criterio de falsación de Popper.

La investigación toma como punto de partida los problemas. Para resolverlos, hay que inventar hipótesis que sirvan como intentos de solución. Una vez formuladas, hay que comprobar dichas hipótesis. Y éstas se prueban extrayendo consecuencias de ellas y viendo si se cumplen o no.

Si se cumplen, decimos que la hipótesis de momento se confirma; en cambio, si por lo menos una de las consecuencias no se cumple, diremos que la hipótesis se ve falsada.

El método deductivo de los controles consiste en esta extracción de consecuencias de la teoría bajo control y en su comparación con las aserciones de base que, de acuerdo con nuestros conocimientos, describen los hechos. Estos controles, desde el punto de vista lógico, nunca hallan un final definitivo, ya que no puede demostrarse de manera concluyente la verdad de las premisas de una deducción. Se trata de la conocida "falacia de la afirmación del consiguiente". Aunque se compruebe con certeza una consecuencia, esto no basta para afirmar la verdad de las premisas de donde se ha deducido, ya que siempre pueden encontrarse otras premisas de donde se siga la misma conclusión. En cambio se da una demostración rigurosa siguiendo el "modus tollens", esto es, cuando de la falsedad de una consecuencia se afirma la falsedad de las premisas de la deducción.

Popper propone por esto una metodología de falsación: puesto que toda teoría, aunque esté confirmada, siempre puede desmentirse, hay que tratar de falsearla, porque cuanto antes se encuentre el error, antes se le podrá eliminar con la invención y la prueba de una teoría mejor que la anterior. De este modo, la epistemología de Popper reconoce la fuerza que caracteriza al error.

Para Popper mediante la ciencia buscamos la verdad. Esta no se predica de los hechos, sino de las teorías. Y una teoría es verdadera cuando corresponde con los hechos. Ahora bien, ésta es una definición de verdad, pero no tenemos un criterio de verdad: aunque hallásemos una teoría verdadera, nunca podríamos llegar a saberlo, porque las consecuencias de una teoría son infinitas y no podemos controlarlas todas. En tales circunstancias, según Popper la verdad es un ideal regulador. Nos acercamos a la verdad eliminando los errores de las teorías precedentes y sustituyéndolas por teorías más verosímiles. En esto consiste para Popper el progreso de la ciencia, y esto es lo que ha ocurrido, por ejemplo, con el paso desde Copérnico a Galileo, desde Galileo a Kepler, desde Kepler a Newton, desde Newton a Einstein, que ha permitido avanzar hacia teorías cada vez más verdaderas.

Esto no debe hacernos pensar que exista en la ciencia una ley de progreso. La ciencia puede estancarse. Sin embargo, dice Popper, tenemos un criterio de progreso en la ciencia: una teoría puede acercarse a la verdad más que otra.

Y esta idea de mayor aproximación a la verdad o de grados diversos de verosimilitud es expuesta por Popper de un modo específico mediante un elenco asistemático de seis tipos de casos en los que estaremos dispuestos a afirmar que una teoría T1 ha sido remplazada por T2 en el sentido de que -en el estado actual de nuestros conocimientos- T2 parece corresponder mejor que T1 con los hechos, en uno u otro sentido.

- 1) T2 realiza aserciones más precisas que T1, y estas aserciones más precisas superan controles más precisos.
- 2) T2 tiene en cuenta más hechos y explica más hechos que T1.
- 3) T2 describe o explica los hechos con más detalle que T1.
- 4) T2 ha superado controles que T1 no ha logrado superar.
- 5) T2 ha sugerido nuevos controles experimentales, que no se habían tomado en consideración antes de formular T2 -y que no habían sido sugeridos por T1, y que quizás no se le pueden aplicar-; T2 ha superado estos controles.
- 6) T2 ha unificado, o puesto en conexión, diversos problemas que antes no habían sido unificados entre sí.

Por último quisiéramos comentar dos puntos de la filosofía popperiana:

En primer lugar el criterio de falsación. Indudablemente el falsear una teoría mediante un experimento o alguna prueba nos indica, de manera inobjetable, que algo en la teoría es incorrecto. Pero pensamos que esa imagen "heróica" que presenta Popper de siempre tratar de falsear las teorías, no corresponde con la práctica científica. Al contrario, pensamos que al encontrarse errores en las teorías, el científico más bien trata de modificarlas para salvar ese escollo mediante teorías o hipótesis auxiliares ya que lo que le interesa es seguir haciendo uso de esa herramienta teórica para avanzar en el conocimiento. Esto no quiere decir que no se desechen teorías erróneas, simplemente queremos afirmar que no consideramos que esa sea la actitud del científico.

En segundo lugar la afirmación de que no existe un criterio de verdad. Efectivamente es imposible contar con un criterio de verdad absoluta. Pero sí existen criterios de verdad objetivos: la descripción y previsión de fenómenos, el control experimental y la articulación coherente de las diversas teorías permiten hablar en sentido estricto de una verdad objetiva en la ciencia.

Por otro lado, si no hay un criterio de verdad ¿cómo se puede decir que se ha falseado una teoría? Aún siendo un criterio negativo, la falsación necesita de un criterio de verdad para declarar falsa una teoría. Según el pensamiento de Popper, ese criterio es el control experimental, aunque él mismo no lo admita como criterio de verdad sino sólo de progreso.

#### 4.10. Thomas S. Kuhn.

Kuhn desarrolló sus teorías epistemológicas en contacto más estrecho con la historia de la ciencia. En 1963 publicó el libro "La Estructura de la Revoluciones Científicas", en donde afirma que la comunidad científica se construye a través de la aceptación de teorías a las que denomina paradigmas. Con el término paradigma Kuhn quiere indicar conquistas científicas universalmente aceptadas, que durante un tiempo determinado brindan un modelo de problemas y soluciones aceptables a aquellos que trabajan en un campo de investigación.

Una comunidad religiosa se reconoce a través de los dogmas específicos en los que cree, y un partido político reúne a sus miembros en torno a finalidades y valores específicos. Del mismo modo, una teoría paradigmática es la que instituye una determinada comunidad científica para llevar a cabo lo que Kuhn denomina "ciencia normal".

Esta representa un laborioso y dedicado intento de obligar a que la naturaleza entre dentro de las casillas conceptuales suministradas por la educación profesional. La ciencia normal significa una investigación fundamentada de manera estable sobre uno o más resultados alcanzados por la ciencia del pasado, a los cuales, durante determinado período de tiempo, una comunidad científica en particular reconoce la capacidad de construir el fundamento de su praxis ulterior. Esta praxis ulterior -la ciencia normal- consiste en tratar de llevar a cabo las promesas del paradigma, determinando cuáles son los hechos relevantes confrontando por ejemplo, a través de mediciones cada vez más exactas los hechos con la teoría, articulando los conceptos de éstas y extendiendo sus campos de aplicación. Hacer ciencia normal quiere decir resolver rompecabezas, es decir, problemas definidos por el paradigma, que surgen y regresan a él. Por eso, el fracaso en la solución de un problema no se considera como un fracaso del paradigma, sino más bien como un fracaso del investigador, que no ha sabido resolver una cuestión para la cual el paradigma afirma que hay una solución.

Es una situación análoga a la del jugador de ajedrez: cuando éste no sabe resolver un problema y pierde la partida, la causa es que no ha jugado bien y no que las reglas del ajedrez no funcionen.

Por lo tanto, para Kuhn la ciencia normal es acumulativa -se construyen instrumentos más potentes, se efectúan mediciones más exactas, se amplía la teoría a otros terrenos, etc.- y el científico normal no busca la novedad. Sin embargo la novedad tendrá que aparecer necesariamente, ya que la articulación teórica y empírica del paradigma aumenta el contenido informativo de la teoría y, por lo tanto, le expone al riesgo de verse desmentida. Todo esto explica aquellas anomalías que, en un momento determinado, debe afrontar la comunidad científica y que provocan la crisis del paradigma. Junto con ésta da comienzo un período de ciencia extraordinaria: el paradigma queda sometido a un proceso de desenfoque, se ponen en tela de juicio los dogmas, y por consiguiente, pierden rigor las reglas que gobiernan la investigación normal.

En resumen, ante las anomalías, los científicos pierden la confianza en aquella teoría que antes habían abrazado. La pérdida de un sólido punto de partida se pone de manifiesto en el recurso a la discusión filosófica sobre los fundamentos y la metodología del paradigma. Estos son los síntomas de la crisis, que deja de existir cuando del crisol representado por aquel período desenfrenado de búsqueda que es la ciencia extraordinaria logra surgir un nuevo paradigma sobre el cual volverá a articularse la ciencia normal, la cual a su vez y después de un período de tiempo que quizás resulte bastante largo, llevará a nuevas anomalías, y así sucesivamente.

#### ~ 4.10.1. Las revoluciones científicas.

Kuhn describe el paso a un nuevo paradigma -desde la astronomía ptolemaica a la copernicana por ejemplo- como una reorientación: al abrazar un nuevo paradigma, la comunidad científica maneja la misma cantidad de datos que antes, pero los coloca en relación diferente a la anterior. Además, según Kuhn, el paso de uno a otro paradigma es lo que caracteriza una revolución científica.

Kuhn sostiene que paradigmas sucesivos nos dicen cosas diferentes sobre los objetos que pueblan el universo y sobre el comportamiento de tales objetos. Sostiene que justamente porque se trata de un pasaje entre factores inconmensurables, el paso de un paradigma a otro opuesto no puede efectuarse paso a paso ni ser impuesto por la lógica o por una

experiencia neutral, debe realizarse de una sola vez o no se realizará en absoluto.

Para que un paradigma pueda triunfar debe conquistar primero algunos defensores que lo desarrollen hasta que llegue a un punto en el que pueda producir numerosas y sólidas argumentaciones.

Ahora bien, el pasar de un paradigma a otro ¿implica un progreso? Kuhn afirma que durante los periodos de ciencia normal se puede hablar de progreso, pero un cambio de paradigma no puede asegurarnos un avance hasta que no se halle definitivamente establecido, ya que al darse el cambio no sabemos a dónde pueda llevarnos ese nuevo paradigma. Según Kuhn, ese cambio se da basado en la fe de la comunidad científica en que el nuevo paradigma será fuente de un ulterior avance.

Las ideas de Kuhn sobre el desarrollo de la ciencia han sido objeto de numerosas críticas. Popper ha puesto de relieve que la ciencia normal -en el sentido que Kuhn la plantea-, sí existe realmente, pero que "es la actitud del profesional no revolucionario... que acepta una nueva teoría sólo si los demás la aceptan", lo que significa que el científico normal está mal educado y es víctima del adoctrinamiento de la comunidad científica.

#### 4.11. Imre Lakatos (1922-1974).

La noción fundamental de ciencia que propone Lakatos es que ésta ha sido y tiene que ser una competencia entre programas de investigación rivales. Según él, esta idea caracteriza el falsacionismo metodológico sofisticado, concepción que desarrolla siguiendo las huellas de Popper.

El falsacionismo metodológico sofisticado se distingue del falsacionismo dogmático que afirma que la ciencia se desarrolla a través de conjeturas audaces y de falsaciones infalibles -cosa que Popper había afirmado antes- y se distingue también del falsacionismo metodológico ingenuo que sostiene que la base empírica de la ciencia no es infalible y que tampoco son incontrovertibles aquellas hipótesis auxiliares que sirven para controlar la hipótesis propuesta como intento de solución del problema. Este concibe el desarrollo de la ciencia como una serie de duelos sucesivos entre una teoría y los hechos.

En cambio, para Lakatos las cosas no funcionan así, puesto que la lucha entre lo teórico y lo fáctico siempre ocurre entre tres: dos teorías en competencia y los hechos. Todo esto explica que se deseche una teoría no cuando un hecho la contradice, sino únicamente cuando la comunidad científica tiene a su disposición una teoría mejor que la anterior.

Así por ejemplo, la mecánica de Newton fue rechazada por la comunidad científica después de haber adoptado la teoría de Einstein.

Lakatos habla de programas científicos de investigación que son sucesiones de teorías T1, T2, T3, etc. que se desarrollan desde un núcleo central que por decisión metodológica se mantiene infalsable. De este modo, un programa de investigación puede mostrar su valor y fecundidad con respecto a otro. Lakatos defiende la idea de que la historia de la ciencia es y debería ser una historia de programas de investigación en competencia.

Lakatos acusa a Popper en su libro "La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales" que cada vez que se arriesga a hacer observaciones sobre la falsabilidad de las teorías científicas cae en garrafales errores lógicos o distorciona la historia para que se adapte a su teoría. En su libro "La falsación y la metodología de los programas científicos de investigación" afirma que la concepción de Kuhn sobre la revolución científica es irracional, "una conversión mística que no está ni puede estar, gobernada por leyes racionales".

Para Lakatos "es una sucesión de teorías y no una única teoría lo que hay que evaluar como científica o no". La ciencia "es un campo de batalla para programas de investigación más que para teorías aisladas, y la ciencia madura consiste en programas de investigación en los que no sólo se anticipan hechos nuevos, sino también nuevas teorías auxiliares".

#### 4.12. Paul K. Feyerabend.

Tiene la convicción de que el anarquismo, aunque quizás no sea la filosofía más atrayente, resulta sin duda una excelente medicina para la filosofía de la ciencia. Hay que abandonar la quimera según la cual las reglas ingenuas y simplistas propuestas por los epistemólogos pueden dar razón del laberinto de interacciones que nos muestra la historia real. "La historia real siempre es más rica de contenido, más variada, más pluridimensional, más viva y más astuta de lo que puedan llegar a imaginar el mejor historiador y el mejor metodólogo".

En su libro "Contra el Método", Feyerabend expone su anarquismo epistemológico que consiste en la tesis según la cual, "la noción de un método que contenga principios firmes, inmutables y absolutamente vinculantes en calidad de guía de la actividad científica choca con dificultades notables cuando se enfrenta con los resultados de la investigación histórica. En efecto, nos encontramos con que no existe una

sola norma... que no haya sido violada en alguna circunstancia... Vemos que dichas violaciones son necesarias para el avance científico."

Según él, el avance de la ciencia se debe a que hay pensadores que decidieron no dejarse atar por determinadas normas metodológicas obvias, o por que involuntariamente las violaron.

Una libertad de acción de esta clase no es un mero hecho en la historia de la ciencia, "es algo razonable y absolutamente necesario para el crecimiento del saber".

En suma: Feyerabend propone que las violaciones de las normas del método no son un dato de hecho, sino que resultan necesarias para el progreso científico. Afirma que "se hace evidente que la noción de un método fijo o de una teoría fija de la racionalidad, se apoya en una visión demasiado ingenua del hombre y su ambiente social".

Feyerabend sostiene que hay circunstancias en las cuales resulta aconsejable introducir, elaborar y defender hipótesis que contradigan resultados experimentales perfectamente establecidos y universalmente aceptados. Esta contraregla se dirige contra la regla popperiana según la cual una teoría tendría que considerarse refutada si existen datos experimentales perfectamente establecidos que la contradigan.

Feyerabend se da cuenta que la actividad científica ha estado muy lejos de poder ser descrita por algún sistema filosófico o regulada por algún método perfectamente establecido. La gran riqueza y flexibilidad del desarrollo científico dan la razón a Feyerabend, pero también hay que notar que es peligroso postular un anarquismo epistemológico pues la misma ciencia toma principios y postulados básicos para desarrollarse, los cuales no son puestos en tela de juicio y es innegable que de esta forma logra grandes resultados.

La postura de Feyerabend de reacción contra Popper y Lakatos debe ser tomada en cuenta. Efectivamente, el científico tiene que saber quitarse el lastre de esquemas hechos por acuerdo de la comunidad científica en los casos que verdaderamente entorpezcan su actividad creadora.

En cuanto a su postura de crear teorías en contra de datos experimentales ya comprobados para buscar nuevos resultados, pensamos que puede ser una posibilidad de avanzar en el conocimiento pues las teorías científicas no son verdades absolutas sino modelos, pero consideramos que tomar esa actitud es como abandonar el camino que se presenta seguro para buscar otros que tal vez no existen.

#### 4.13. Larry Laudan.

En su libro "El Progreso Científico", Laudan expuso los supuestos básicos del modelo de desarrollo de la ciencia:

- 1) El problema resuelto, empírico o conceptual, es la unidad básica del progreso científico.
- 2) El propósito de la ciencia consiste en maximizar el alcance de los problemas empíricos resueltos, y reducir el alcance de los problemas empíricos anómalos y de los conceptuales no resueltos.

De esto se deduce que "cada vez que modificamos una teoría o la substituímos por otra, esta innovación constituye un progreso si y sólo si la teoría modificada o la nueva teoría es más eficiente para resolver problemas que la doctrina anterior".

Laudan manifiesta su insatisfacción ante los modelos de Kuhn y Lakatos. "Tanto los programas de investigación de Lakatos como los paradigmas de Kuhn tienen en su estructura central tanta rigidez que no admiten ninguna transformación fundamental. La historia de la ciencia contradice esta rigidez".

En tales circunstancias, Laudan propone la teoría de las tradiciones de investigación para comprender el progreso científico:

"1) Toda tradición de investigación posee una cierta cantidad de teorías específicas, que la ejemplifican y en parte la constituyen; algunas de estas teorías son contemporáneas entre sí, mientras que otras se suceden a lo largo del tiempo. 2) Cada tradición de investigación se muestra caracterizada por algunos esfuerzos metafísicos y metodológicos que, en su conjunto, individualizan dicha tradición y la distinguen de las demás. 3) Cada tradición de investigación -a diferencia de las teorías específicas aisladas- pasa por un determinado número de formulaciones distintas y detalladas -a menudo recíprocamente contradictorias-; en general, tiene una larga historia, que se desarrolla a través de un extenso período de tiempo -a diferencia de las teorías, que con frecuencia tienen una vida reducida-. Una tradición de investigación proporciona un conjunto de directrices para construir teorías específicas".

De esta forma Laudan define una tradición de investigación como "un conjunto de supuestos generales que hacen referencia a las entidades y procesos presentes en determinado ámbito de estudios, y a los métodos

más apropiados que hay que utilizar para investigar acerca de problemas o para construir teorías en dicho ámbito".

Una vez especificados estos puntos, queda por señalar que una tradición de investigación tiene éxito cuando, a través de sus componentes, lleva a la solución adecuada de una cantidad cada vez mayor de problemas empíricos y conceptuales. Por eso resulta preferible la tradición que esté en condiciones de solucionar más problemas y problemas más importantes.

## 2.14. Conclusiones.

Después de estudiar tantas concepciones diferentes sobre lo que la ciencia, el mundo y el hombre son, podemos sentirnos como Descartes en su época, -perplejos ante una diversidad de sistemas filosóficos que, a fin de cuentas parecen no dejar nada en claro, todos con puntos fuertes y debilidades patentes y que explican cada uno mundos muy diferentes uno del otro- con la necesidad de revelarnos y exigir una aclaración de todo. Pero a pesar de ser imposible, el ver tal diversidad en el pensamiento del hombre y el tratar de entenderlo nos da la satisfacción de adentrarnos nosotros mismos en la mayor empresa del hombre: el conocimiento del cosmos.

Sin embargo, queda por hacer una tarea. ¿Cómo es la ciencia de nuestros días? ¿Hay algún filósofo que se acerque más que los demás a una descripción real de la ciencia? ¿Cómo piensan los científicos de hoy? ¿Cuál es su filosofía y cuál es su método? ¿Existe realmente algún método científico? ¿Qué mueve a los científicos de hoy a hacer ciencia? ¿Sirven a los científicos las ideas de la filosofía de la ciencia? ¿Se puede alcanzar la verdad en la ciencia? ¿Cuál es esa verdad o qué características tiene?

Estas son algunas de las preguntas que nos propondremos resolver en la siguiente sección de este trabajo. Para esto hemos decidido que la mejor forma de hacerlo es cuestionar directamente a los científicos y lograr que nos viertan cuál es su pensamiento, su ciencia, sus inquietudes sus dudas y seguridades. No sabemos qué éxito tendrá nuestro estudio -que realizaremos a través de un cuestionario- basado en todo lo visto hasta ahora. ¿Sacaremos alguna conclusión? ¿O la conclusión será que no existen conclusiones? ¿Existirá un método científico como proponen Descartes o Galileo? La historia de la ciencia ¿sigue ciertas reglas como proponen Popper, Kuhn, Lakatos o Laudan?, o más bien ¿todo es anarquía como expone Feyerabend? ¿Interviene la metafísica en la ciencia como dice Leibniz?, ¿o

no existe como aseguran los neopositivistas? En la ciencia, ¿existen convenciones como afirma Poincaré?

Seguramente las conclusiones obtenidas, sean las que sean, serán muy reveladoras y nos permitirán aumentar nuestro criterio sobre un tema que tanto nos apasiona y de esa forma poder emitir un juicio personal mucho más fundamentado. En las próximas tres secciones expondremos nuestro cuestionario y los resultados obtenidos que estamos seguros, serán sorprendentes.

## **5. La visión de la comunidad científica.**

## 5.1. Introducción.

En la tercera sección de este trabajo, nos propusimos dar una definición de filosofía de la ciencia, especificando sus objetos de estudio según nuestras propias convicciones. Llegamos a la conclusión de que, la filosofía de la ciencia, debe ser una reflexión sobre la naturaleza y el valor del conocimiento científico para beneficio del hombre. Aunque, como hemos visto, las opiniones a este respecto son muy variadas.

En la sección cuarta, realizamos un recorrido por la historia del pensamiento filosófico y científico, para tratar de entender cuál ha sido el desarrollo de la filosofía de la ciencia hasta su estado actual.

Pero este estudio hubiera quedado incompleto sin un contraste de todas estas ideas, que se encuentran en un plano teórico, con la práctica científica actual. Es por esto que desarrollamos un cuestionario, basado en el estudio que hemos realizado, que nos sirva como instrumento de contraste entre esas ideas filosóficas y científicas de los grandes epistemólogos, con la ciencia cotidiana hecha por la comunidad científica de nuestra facultad, de otras instituciones de la universidad y del extranjero, que tiene unos objetivos, métodos y resultados propios. En resumen, saber si la filosofía de la ciencia ha aportado algo a la ciencia o está en condiciones de hacerlo, o más bien, es la ciencia quien tiene que corregir y aportar directrices a la filosofía de la ciencia.

Pero el poder realizar este trabajo presenta un problema serio: el que no podemos hablar de filosofía de la ciencia como una entidad concreta y monolítica, ya que, como hemos visto, cada epistemólogo presenta una visión distinta, a veces con grandes diferencias entre ellas, dando unos más importancia por ejemplo al análisis lógico del lenguaje de la ciencia y otros a elementos tan alejados de éste como pueden ser la influencia de factores como la política y la economía o al control experimental.

Por esto, el cuestionario tendrá que presentar los elementos principales, comunes a todas las epistemologías, para hacer realmente posible esta tarea. De esta forma, la primera decisión fue delimitar claramente cuáles serían los temas principales a tratar en el cuestionario.

## 5.2. Los temas abordados por el cuestionario.

Como hemos dicho, era imposible abarcar con el cuestionario todos los temas de la epistemología con todas las distintas concepciones que hay sobre cada uno de ellos. Pero existen tópicos que ocupan un lugar preponderante en la filosofía de la ciencia por su gran alcance. Por esto, fue tarea fundamental determinarlos, ya que abordando éstos, podremos obtener información sobre los que se derivan de ellos.

Después de hacer una profunda reflexión, llegamos a la conclusión de que, los temas que deberíamos abordar en el cuestionario por su importancia y capacidad de arrojar luz sobre otros muchos son:

1. EL CONCEPTO DE CIENCIA. En donde tocaremos puntos como su esencia, alcance, utilidad, entorno y desarrollo.

2. BASES FILOSOFICAS QUE ACOMPAÑAN AL CONCEPTO DE CIENCIA. Para poder establecer cuál es el marco filosófico sobre el cual se desarrolla la ciencia actual, que seguramente difiere mucho de aquellos planteados hace diez o veinte años por la epistemología.

3. EL METODO DE LA CIENCIA. Que nos permitirá contrastar los métodos científicos que plantea la epistemología, con aquellos que utilizan realmente los científicos de hoy. Así como el conocer cómo se estructura el edificio de la ciencia.

4. EL CONCEPTO DE VERDAD EN LA CIENCIA. Tema que caracteriza singularmente la visión de la ciencia, sus alcances y resultados.

5. OBJETOS DE ESTUDIO Y UTILIDAD DE LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA. Que será, sin lugar a dudas, fuente de posibles nuevas propuestas para el desarrollo de la filosofía de la ciencia, pues las conclusiones estarán basadas en la utilidad real que tiene la epistemología para la ciencia de hoy o hacia dónde debe dirigirse para ser realmente útil a la ciencia.

### 5.3. Elaboración del cuestionario.

Una vez establecidos los temas centrales, nos dedicamos a elaborar las diferentes opciones, de manera que pudieramos obtener la mayor información posible. La fuente de estas preguntas fue lo expuesto en este trabajo y los libros que hemos consultado para elaborarlo, así como nuestra reflexión sobre todos estos temas.

Consideramos que el cuestionario debía de cumplir con algunos otros requisitos:

- Estar presentado de tal forma que interesara a los científicos, logrando distraerlos de sus ocupaciones habituales, para que le dedicaran tiempo y obtener efectivamente de ellos una respuesta valiosa. Por esto decidimos hacerlo con un esquema fácil de responder. De ahí que el trabajo que se les pide es el de elegir entre las distintas opciones propuestas.

- Lograr que tomaran posición ante las diferentes concepciones existentes en los temas abordados, ya que, de esa manera, nosotros podremos obtener una visión general de cómo piensa la comunidad científica. Para lograrlo presentamos ideas y ejemplos de todas las posturas que encontramos durante nuestro estudio y pedimos a los interesados añadir aquellas que creyeran convenientes así como hacer todos los comentarios y matizaciones -aún de las mismas preguntas- que consideraran oportunos para dejar lo más clara posible su propia postura.

- Poder obtener resultados de él. Tal vez sea el punto más difícil de conseguir, pero consideramos que, el haber centrado el cuestionario en cinco puntos básicos, con el esquema que adoptamos para realizarlo, nos pondrá en condiciones de hacer un análisis de qué es lo que la comunidad científica piensa así como el poder hablar de ideas concretas expresadas por algún miembro de la comunidad, que consideremos sean de importancia. Nuestra mayor ilusión es que estos resultados permitan seguir profundizando en el tema a aquellos que tengan interés en hacerlo.

#### 5.4. Cuestionario.

A continuación presentamos el cuestionario tal y como fue entregado a los miembros de la comunidad para ser resuelto, tanto en su versión en español como en inglés, con la salvedad de que aquí se especifica entre paréntesis, cuando es el caso, el nombre de los pensadores o corrientes filosóficas que dieron origen a las distintas posturas sobre cada tema y que fueron suprimidos en el cuestionario para evitar alguna influencia en la elección, debida a la autoridad con que cuentan como pensadores, aunque cabe aclarar que todos son de primera línea.

#### 5.4.1. Versión en español.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.  
FACULTAD DE QUIMICA.

Noviembre 1993.

Estimado profesor:

Somos alumnos de licenciatura de la Facultad de Química y estamos realizando nuestra tesis sobre algunos temas de Filosofía de la Ciencia.

Como parte de nuestro trabajo, nos hemos propuesto realizar un contraste de todas las ideas que hemos estudiado al hacer nuestra investigación con la práctica e ideas de la comunidad científica actual.

Es por esto que le pedimos su colaboración contestando este cuestionario, que aplicaremos a científicos de nuestra facultad y de otras instituciones en México y el extranjero, para poder tener así una base de información con la cual poder realizar este estudio. Si usted está interesado nos dará mucho gusto hacerle llegar los resultados de nuestra investigación.

De ser posible, nos gustaría contar con su respuesta antes del día viernes 3 de diciembre.

Agradeciendo sus atenciones quedamos de usted,

Eugenio D. Treviño Alemán.

Carlos E. Fix Fierro.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.  
FACULTAD DE QUIMICA.

TRABAJO DE INVESTIGACION  
FILOSOFIA DE LA CIENCIA. ¿UNA NUEVA VISION?

CUESTIONARIO.

Si lo desea, por favor ponga sus datos.

Nombre: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

TEMA I: El concepto de ciencia.

De las siguientes afirmaciones, marque aquéllas que se identifiquen más con la visión que tiene usted de la ciencia. Si cree conveniente añadir otras o hacer alguna matización o algún comentario, hágalo por favor.

\_\_\_ a) La ciencia nos proporciona modelos útiles, pero no conocimientos verdaderos. (Instrumentalismo).

\_\_\_ b) Las circunstancias sociales, políticas y económicas son las que dirigen el desarrollo de la ciencia. (Externalismo).

\_\_\_ c) Lo que otorga validez a la ciencia son sus propios objetivos, métodos, resultados y criterios; y no aspectos externos a ella. (Internalismo).

\_\_\_ d) Los procedimientos de las ciencias son los únicos válidos para obtener un conocimiento auténtico de la realidad. (Cientificismo).

\_\_\_ e) La Metafísica y la Etica no tienen valor, pues no usan el método de la ciencia. (Círculo de Viena).

\_\_\_ f) La comunidad científica se constituye en torno a una teoría que se establece como modelo ejemplar, para tratar de encontrar las consecuencias que se derivan de ella. (T. Kuhn)<sup>1</sup>.

\_\_\_ g) El paso de una teoría ejemplar a otra, no implica progreso hasta que la nueva de resultados. (T. Kuhn).

\_\_\_ h) La ciencia es una competencia entre dos o más "Programas Científicos de Investigación" rivales, para ver cuál de ellos explica mejor los hechos observados; y no sólo la competencia entre dos teorías ejemplares. Entendiendo por "Programa Científico de Investigación" una sucesión de teorías T1, T2, T3... que se desarrollan desde un núcleo central que, por decisión metodológica se mantiene infalsable. Estos programas permiten anticipar hechos nuevos y nuevas teorías auxiliares. (I. Lakatos).

\_\_\_ i) Es imposible describir cómo avanza la ciencia, y cómo debe hacerse; ya que lo que impera es un anarquismo en donde todo método o idea es válida para construir la ciencia. (P. Feyerabend).

\_\_\_ j) El progreso de la ciencia no se verifica por cambios de teorías ejemplares ni por cambios en programas científicos de investigación, sino mediante la competencia de "Tradiciones de Investigación" para ver cuál de ellas resuelve un mayor número de problemas. Entendiendo por "Tradición de Investigación" un conjunto de teorías contemporáneas entre sí, o que se suceden en el tiempo; caracterizadas por esfuerzos metafísicos y metodológicos que la distinguen de las demás tradiciones; que pasan por un número de formulaciones distintas y detalladas, a veces contradictorias; proporcionando un conjunto de directrices para construir teorías específicas. (L. Laudan).

\_\_\_ k) Las reglas y métodos de la ciencia deben ser aplicadas a otros ámbitos como la política y la moral, para que estas últimas sean tan sólidas como la ciencia. (T. Hobbes).

\_\_\_ l) La ciencia es conocimiento demostrativo. Conocer las causas y las esencias de las cosas. (Aristóteles).

\_\_\_ m) Los dos objetivos de la ciencia son: El conocimiento de la naturaleza, y su dominio controlado. (M. Artigas).

---

<sup>1</sup>. Voluntariamente hemos omitido la palabra "paradigma", utilizada por Kuhn, y la hemos substituido por "modelo ejemplar" o "teoría ejemplar" para evitar alguna influencia por ser un término muy conocido.

\_\_\_ n) Lo que frena el desarrollo de la ciencia es la aceptación de autoridades, costumbres, opiniones, estructuras o convenciones. (R. Bacon).

\_\_\_ o) La ciencia surge, no de la adecuación del razonamiento con la realidad, sino por la verificación de las proposiciones hechas, mediante las leyes de la lógica. (G. Ockham).

\_\_\_ p) El objetivo de la ciencia debe ser llevar sus resultados a la práctica. (F. Bacon). Ser útil, poder aplicarse. Tiene que buscar las leyes de los fenómenos para modificarlos en beneficio nuestro. (A. Comte).

\_\_\_ q) En la ciencia existen convenciones hechas por el hombre, pero esto no impide el conocimiento. (H. Poincaré).

\_\_\_ r) La ciencia es el ideal del hombre por conocer la naturaleza, su estructura, las causas de los fenómenos y las relaciones que existen entre ellos, con una doble finalidad: conocerse a sí mismo y su papel en la naturaleza, y dominarla haciendo uso de ella en su beneficio. (Eugenio Treviño. Carlos Fix).

\_\_\_ s) La ciencia garantiza la propia validez demostrando sus afirmaciones, o sea estructurándolas en un sistema o en un organismo unitario, en el cual cada una de ellas sea necesaria y ninguna pueda ser dejada de lado, agregada o cambiada.

\_\_\_ t) El éxito de la ciencia en cuanto a su aplicación técnica nos ha llevado a tener un concepto de ciencia instrumentalista o pragmático.

\_\_\_ u) Las teorías científicas se divulgan como verdades absolutas a pesar de ser sólo teorías.

Comentarios:

## TEMA II: Bases filosóficas alrededor del concepto de ciencia.

De las siguientes ideas filosóficas que hemos encontrado en la base de los desarrollos del concepto de ciencia, marque aquéllas con las que usted esté de acuerdo. Si lo desea puede añadir otras que usted considere importantes así como hacer las matizaciones y comentarios que crea convenientes.

\_\_\_ a) El hombre conoce lo real, lo que está fuera de él, tal y como es en la naturaleza. (Presocráticos).

\_\_\_ b) La razón puede llegar al descubrimiento de toda verdad posible. (R. Descartes).

\_\_\_ c) La experiencia -observación- está subordinada a la razón. (R. Descartes).

\_\_\_ d) Las ideas proceden de la experiencia y por lo tanto, ésta constituye el límite infranqueable de todo posible conocimiento. (J. Locke).

\_\_\_ e) El sujeto al conocer no descubre las leyes del objeto, sino que el objeto se adapta a las leyes del entendimiento del sujeto. (E. Kant).

\_\_\_ f) Conocer es recordar lo que nuestra mente tiene ya inscrito. El conocimiento es el recordar o reemerger de las ideas. (Platón).

\_\_\_ g) De las cosas conocemos lo que nosotros hemos puesto en ellas. (E. Kant).

\_\_\_ h) Una conclusión que se halle en contradicción con el testimonio de nuestros sentidos no puede ser creída. (A. Magno).

\_\_\_ i) Sólo conocemos aquello que nos permite conocer la ciencia. Es el único método de conocimiento. (Círculo de Viena).

\_\_\_ j) La realidad última de las cosas y el universo son incognoscibles. (H. Spencer).

\_\_\_ k) El conocimiento es una adaptación biológica del hombre a los hechos de la experiencia. (E. Mach).

\_\_\_ l) El cosmos es indeterminado y por eso el hombre sólo llega a conocer esas indeterminaciones.

\_\_\_ m) El cosmos no es indeterminado. Las indeterminaciones son una deficiencia por parte del conocimiento del hombre.

\_\_\_ n) La ciencia está apoyada en una filosofía realista, en el sentido que afirma que existe una realidad ordenada; que ésta es cognoscible y que el hombre tiene capacidad de conocerla.

\_\_\_ o) La ciencia se apoya en una filosofía idealista por la cual, es el hombre quien otorga el orden a la naturaleza mediante las categorías del intelecto y de esta forma la conoce.

\_\_\_ p) Las ideas filosóficas son un impulso para la ciencia.

\_\_\_ q) Las ideas filosóficas son un lastre para la ciencia.

Comentarios:

### TEMA III: El método de la ciencia.

De las siguientes afirmaciones relacionadas con el método científico, marque aquéllas con las que usted esté de acuerdo. Si lo desea puede añadir otras y hacer las matizaciones y comentarios que crea convenientes.

\_\_\_ a) Todas las ciencias son exclusivamente inductivas. (J.S. Mill).

\_\_\_ b) La inducción no existe, ya que lógicamente no es posible pasar de la observación de muchos casos particulares a una generalización universal. Lo que existe es un método deductivo de la prueba. (K. Popper).

\_\_\_ c) Hay leyes universales que se elevan a la categoría de principios que ya no se someten al control de la experiencia. (H. Poincaré).

\_\_\_ d) Una hipótesis es una generalización, una convención, que tiene un papel necesario y que tiene que ser verificada. (H. Poincaré).

\_\_\_ e) Una teoría no es una explicación sino una representación. (P. Duhem).

\_\_\_ f) Una teoría ejemplar puede verse desmentida por el avance de la ciencia normal. (T. Kuhn).

\_\_\_ g) El paso a una nueva teoría ejemplar es una reorientación. Se tienen los mismos datos pero se estructuran de distinta forma. Esto es lo que se llama una revolución científica. (T. Kuhn).

\_\_\_ h) Una teoría científica se desecha sólo cuando se tiene una mejor, no cuando la que se tiene se ve amenazada. (I. Lakatos).

\_\_\_ i) El avance de la ciencia consiste en que algunos pensadores no se dejaron atar por normas metodológicas obvias, o por que involuntariamente las violaron y de esta forma llegaron a nuevos conocimientos. (P. Feyerabend).

\_\_\_ j) La noción de un método fijo que explique el avance de la ciencia, o de una teoría permanente, es demasiado ingenua. (P. Feyerabend).

\_\_\_ k) Se deben elaborar hipótesis que vayan en contra de datos obtenidos por experimentación para tratar de avanzar en el conocimiento. (P. Feyerabend).

\_\_\_ l) Se deben formular hipótesis que vayan más allá de los datos disponibles, para luego buscar falsearlas mediante observaciones y experimentos, y de esta forma ver si son válidas o no. (K. Popper).

\_\_\_ m) La garantía del avance de la ciencias es la actitud crítica de tratar de falsear siempre las teorías. (K. Popper).

\_\_\_ n) La investigación parte de problemas -expectativas que han sido defraudadas- y no de la observación. (K. Popper).

\_\_\_ o) El método científico parte de una hipótesis o problema. Se formula una hipótesis de solución para el problema. Se trata de falsear esa hipótesis solución. Si no se falsea, se ve corroborada, y si se falsea se formula una nueva hipótesis de solución. (K. Popper).

\_\_\_ p) Un principio que no esté de acuerdo con la experiencia adquirida mediante la percepción sensible, no puede ser un principio. (A. Magno).

\_\_\_ q) Las pruebas basadas en la percepción sensible son las más seguras que existen en la ciencia y son superiores al razonamiento carente de experimentación. (A. Magno).

\_\_\_ r) Las leyes y teorías científicas poseen un carácter convencional, hasta el punto de que resulta inútil cualquier verificación o control que se lleve de ellas. El mismo fenómeno es elaborado y construido por el científico. (E. Le Roy).

\_\_\_ s) El científico crea el lenguaje mediante el cual enuncia los hechos, pero no crea los hechos. (H. Poincaré).

\_\_\_ t) Existen procedimientos que desentrañan los secretos de la naturaleza (física) que son utilizados por los científicos constantemente, y que conforman el llamado método científico. Sin embargo el método de la ciencia no puede ser rígido, ni único, ni siempre el mismo. El método de la ciencia es tan libre como libre es la razón humana. El único requisito que debe cumplir es el de aportar un conocimiento de la naturaleza que se integre coherentemente dentro de los conocimientos ya adquiridos y que pueda ser verificado o por lo menos deje abierta la posibilidad de ser verificado algún día. (Eugenio Treviño, Carlos Fix).

\_\_\_ u) La ciencia avanza en el conocimiento utilizando un método general, común a las diversas ciencias y a cada una de sus disciplinas.

\_\_\_ v) Existe una lógica perfecta en las demostraciones científicas hasta llegar a la realidad concreta.

Comentarios:

#### TEMA IV: Concepto y criterios de verdad en la ciencia.

A continuación enunciaremos los distintos conceptos y criterios de verdad que hemos encontrado en nuestro estudio. Marque aquéllos con los que usted esté de acuerdo. Si desea añadir alguno o hacer comentarios y matizaciones, por favor hágalo.

\_\_\_ a) El único criterio de verdad para una teoría es el acuerdo con la experiencia. (P. Duhem).

\_\_\_ b) Una idea es verdadera cuando nos permite avanzar enlazando nuestra experiencia de un modo satisfactorio. (W. James).

\_\_\_ c) Las teorías científicas, o son falseadas o quedan como conjeturas, pero no puede decirse que sean verdaderas. (K. Popper).

\_\_\_ d) Una teoría es verdadera cuando corresponde con los hechos, aunque no se puede decir que realmente sea verdadera. No tenemos un criterio de verdad. Aunque en realidad sea verdadera, nunca podríamos llegar a saberlo. La verdad, por tanto, es sólo un ideal regulador. (K. Popper).

\_\_\_ e) El conocimiento experimental obtenido rigurosamente no puede estar equivocado a pesar de ir en contra de paradigmas ya establecidos o aún del sentido común. (N. Copérnico).

\_\_\_ f) La verdad consiste en la coherencia de nuestros propios pensamientos y no en la adecuación de éstos con las cosas. (R. Descartes).

\_\_\_ g) La verdad existe. Es aquello que es comunicable y común a todos. (Platón).

\_\_\_ h) La verdad es la adecuación del intelecto con la cosa. (Realismo).

\_\_\_ i) La verdad no existe. Todo conocimiento es relativo al sujeto que conoce. (Relativismo).

\_\_\_ j) La verdad de la ciencia es real, pero contextual. Es decir, es real ya que nos dice algo sobre la naturaleza, pero contextual ya que está referida siempre al marco teórico utilizado, que tiene unos conceptos, métodos, principios, estipulaciones y leyes bien definidas. Es verdad sólo dentro de ese marco teórico y posiblemente no dentro de otro. La garantía de que es real radica en el control experimental que la comprueba. (M. Artigas).

\_\_\_ k) Una teoría será verdadera si sigue el criterio de significación, por el cual existe siempre una referencia a la realidad para cada concepto o parte de aquella teoría, siguiendo un análisis lógico. Esto es: cada parte de la teoría es consistente en sí misma y no sólo en la totalidad. (Círculo de Viena).

\_\_\_ l) Una teoría es verdadera sólo si permite resolver problemas prácticos concretos. (Utilitarismo).

\_\_\_ m) La verdad está dada por el consenso de la comunidad en una teoría que se establece como modelo ejemplar. (T. Kuhn).

\_\_\_ n) Es posible demostrar la validez de las construcciones teóricas mediante experimentos.

\_\_\_ o) Puede probarse la verdad de las teorías a pesar de que se deben admitir estipulaciones o acuerdos convencionales para establecer una correspondencia entre estas y los datos experimentales.

\_\_\_ p) Basta el rigor lógico de una teoría para considerarla verdadera o aportadora de conocimiento aunque no concuerde con los hechos observacionales.

\_\_\_ q) Es posible alcanzar la certeza en la posesión de la verdad.

\_\_\_ r) Una verdad científica puede llegar a ser definitiva.

\_\_\_ s) No tiene sentido la contrastación de teorías sin un criterio de verdad.

Comentarios:

## TEMA V: Objetos de estudio y utilidad de la filosofía de la ciencia.

1. De las siguientes afirmaciones sobre lo que debe ser la filosofía de la ciencia y sus objetos de estudio, marque aquéllas con las que usted esté de acuerdo. Si desea añadir alguna o hacer comentarios y matizaciones que considere oportunos, hágalo por favor.

\_\_\_ a) La filosofía de la ciencia debe enfocarse fundamentalmente al análisis del lenguaje de la ciencia. (L. Wittgenstein).

\_\_\_ b) La filosofía de la ciencia consiste en un análisis de la semántica -la relación entre el lenguaje y la realidad a la que se refiere aquel- y de la sintaxis -relación recíproca entre los signos de un lenguaje- del único discurso significativo: el discurso científico. (Círculo de Viena).

\_\_\_ c) La filosofía de la ciencia centra su actividad en buscar la forma en que deben llevarse a cabo los procesos científicos para alcanzar nuevos conocimientos. (K. Popper).

\_\_\_ d) La filosofía de la ciencia debe ser un estudio de la historia de la ciencia, para poder determinar los rasgos de la evolución científica. (T. Kuhn).

\_\_\_ e) La filosofía de la ciencia es una reconstrucción lógica de teorías científicas que a menudo no tiene en cuenta los procesos del descubrimiento. Es una simple especulación infundada, teñida de vagos supuestos metafísicos.

\_\_\_ f) La filosofía de la ciencia es una reflexión acerca de la naturaleza y el valor del conocimiento científico. Sus problemas giran alrededor de una cuestión básica: cuál es el valor de las demostraciones científicas. (M. Artigas).

\_\_\_ g) La filosofía de la ciencia debe estar encaminada a estudiar cuáles son las consecuencias filosóficas de los diferentes descubrimientos científicos en cuanto a la visión del mundo. (Carlos Flix).

\_\_\_ h) La filosofía de la ciencia tiene entre sus objetos dos cuestiones fundamentales. En primer lugar, el valorar los conocimientos alcanzados por la ciencia sobre los conceptos de "hombre" y de "naturaleza", indicándole si estos son correctos o corrigiéndolos para que pueda desarrollarse coherentemente sin caer en modelos o explicaciones contrarias a la realidad de estos temas -objetos fundamentales de la filosofía- integrándolos en la cultura universal. Y en segundo lugar, valorar el alcance de estos conocimientos hablando fundamentalmente de cuál es el tipo de verdad obtenida por ellos. (Eugenio Treviño).

\_\_\_ i) La tarea de la filosofía consiste en determinar el espíritu de cada una de las ciencias, descubrir sus relaciones y conexiones y resumir, si es posible, todos sus principios específicos en una cantidad mínima de principios comunes siguiendo el método positivo. (A. Comte).

2. ¿Qué lo motiva y qué lo desmotiva en su trabajo como científico?

3. ¿Cree usted que las ideas de la filosofía de la ciencia se encuentren de alguna forma en la base de su modo de ver la ciencia y de hacerla?

4. Para usted, ¿hacia dónde deben dirigirse los esfuerzos de la filosofía de la ciencia para ser más provechosa para los científicos?

Comentarios:

5.4.2. Versión en Inglés.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

CHEMISTRYSCHOOL.

November 1993.

Dear professor:

We are college students of UNAM Chemistry School and we are working towards our diploma thesis on some subjects of philosophy of science.

As part of our work we want to make a contrast of all the ideas we have studied with the practice and ideas of today's scientific community.

This is why we want to ask for your collaboration with our work by answering this questionnaire so we can have information to complete our research.

We will be pleased to send you the results of our investigation. If you are interested please let us know.

If it can be possible we would like to have your answer before December 3th.

Thanking you in advance, yours truly,

Eugenio D. Treviño Alemán.

Carlos E. Fix Fierro.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

CHEMISTRY SCHOOL

QUESTIONNAIRE  
PHILOSOPHY OF SCIENCE. A NEW VISION?

Please fill in your name and affiliation if you wish to do so.

Name \_\_\_\_\_

University: \_\_\_\_\_

Subject I: The concept of science

Among the following statements, select those that match your own vision of science. Please make any comment that you consider necessary.

\_\_\_ a) Science provides us with useful models of nature, but not a true knowledge of it.

\_\_\_ b) Science development is directed by social, politic and economic circumstances.

\_\_\_ c) External facts like those mentioned in (b) are of no interest for science. Science is based just on its own validation criteria, methods and results.

\_\_\_ d) Only scientific procedures (and no others) can led us to obtain real knowledge of reality and nature.

\_\_\_ e) Metaphysics and Ethics have a limited value because they do not use scientific methods.

\_\_\_ f) A scientific community is constituted around a theory established as a "model theory" to find the consequences derived from it.

\_\_\_ g) A change from a "model theory" to another does not imply progress until the new one gives results.

\_\_\_ h) Science is a competition between two or more "scientific investigation programs" to explain scientific facts and not just a competition between "model theories". Meaning by "scientific investigation program" a succession of theories T1, T2, T3... developed from a central core that by conventional agreement is methodologically non-falsable. These programs allow us to anticipate new facts and new auxiliary theories.

\_\_\_ i) It is impossible to describe how science advances and how it has to be done, because what rules is anarchism where any method or idea is valid to construct science.

\_\_\_ j) Progress in science is not achieved by changes on "model theories" or "scientific investigation programs" but by the contest between "investigation traditions" to see which of them solves more problems. Meaning by "investigation tradition" a group of simultaneous or successive theories, with their own metaphysical and methodological efforts, with different and sometimes contradictory detailed formulations, which provide prescriptions to construct specific theories.

\_\_\_ k) Science rules and methods must be applied on other fields as politics or morality, to make them as strong as science.

\_\_\_ l) Science is demonstrative knowledge. To know the causes and essence of things.

\_\_\_ m) Science has two main objectives: The knowledge of nature and its controlled domain.

\_\_\_ n) Approbation of authorities, opinions, structures, conventions or customs hinders science development.

\_\_\_ o) Scientific knowledge emerges not from the fitting of our reason with reality, but by the verification of its statements by logic's laws.

\_\_\_ p) Science objective must be to take its results into practice. Be useful, be applied. It must find laws governing phenomena to harness them in our benefit.

\_\_\_ q) On science we find conventions agreed on by scientists, but these do not obstruct knowledge.

\_\_\_ r) Science is the ideal of mankind to understand nature, its structure, its causes, natural phenomena and the relations between them, with a double objective: To know mankind and its role on nature and to dominate it for our own benefit.

\_\_\_ s) Science guarantees its own validity by demonstrating its statements. This is to say, by using them to build a system in which all of them are necessary and no one can be take out or changed.

\_\_\_ t) Success in science's technical applications has led us to have an instrumentalist or pragmatic concept of it.

\_\_\_ u) Scientific theories are published as absolute truths despite them being just theories.

Comments:

Subject II: Philosophic ideas about science.

Among the following philosophic ideas about science, select those that match your own vision. Please make any comment that you consider necessary.

\_\_\_ a) One can come to know reality, that which exists outside oneself, exactly as it is in nature.

\_\_\_ b) Human reason can reach every possible truth.

\_\_\_ c) Experience -observation- is subordinated to reason.

\_\_\_ d) Ideas are originated by experience, this is why experience is the limit of any possible knowledge.

\_\_\_ e) Knowledge is achieved by adapting the object's properties to the mind's laws of the subject, and not by revealing object's laws.

\_\_\_ f) Knowledge consists in a remembrance of what our mind already has stored in it. It is the emergence of ideas from our mind.

\_\_\_ g) What we know about things is what we have put into them.

\_\_\_ h) A scientific result that stands against what our senses tell us can not be believed.

\_\_\_ i) We only know what science allows us to understand. Science is the only method of knowledge.

\_\_\_ j) The deepest reality of things and the universe is completely unintelligible.

\_\_\_ k) Knowledge is a biological adaptation of human beings to the facts of experience.

\_\_\_ l) The cosmos is not deterministic. This is why there are uncertainties in our knowledge of it.

\_\_\_ m) The cosmos is deterministic. Uncertainties are failures in our knowledge of it.

\_\_\_ n) Science is based on a realistic philosophy in which an ordered reality exists, it can be known by man, and man is able to understand it.

\_\_\_ o) Science is based on an idealistic philosophy in which man imposes order to nature by using the categories of his mind and knows nature in that way.

\_\_\_ p) Philosophic ideas are an impulse for science.

\_\_\_ q) Philosophic ideas hinder science development.

Comments:

Subject III: Scientific Method:

Among the following statements about the scientific method select those that match with your own opinion. Please make any comment that you consider necessary.

\_\_\_ a) All sciences are exclusively inductive.

\_\_\_ b) Induction does not exist, because logic's rules tell us that it is impossible to obtain an universal statement from the observation of many singular facts. What does exist is a deductive method.

\_\_\_ c) There are universal laws which are taken to the status of principles and are not subordinate to experience's control.

\_\_\_ d) An hypothesis is a generalization, a convention. It has a necessary role and it must be verified.

\_\_\_ e) A theory is not an explanation of nature. It is a representation of it.

\_\_\_ f) A "model theory" can be contradicted by the progress of "normal science".

\_\_\_ g) The change from a "model theory" to another is a re-orientation. Both have the same facts but these are structured in a different way. This is what is called a "scientific revolution".

\_\_\_ h) A scientific theory is abandoned only if there is a better one, not when it has been threatened.

\_\_\_ i) Progress in science is achieved when scientists do not allow themselves to be trapped by obvious methodological constraints or when, in an involuntary way, they break them thus obtaining new knowledge.

\_\_\_ j) The idea of a fixed method or a permanent theory for science is completely innocent.

\_\_\_ k) To progress in knowledge, one has, in occasion, to propose a hypothesis that stands against facts obtained by experimentation.

\_\_\_ l) A hypothesis that goes further than available data must be formulated, and then tried to be proved false to check if the hypothesis are valid or not.

\_\_\_ m) The "critic" attitude of always trying to prove false a given scientific theory, is the guarantee of science development.

\_\_\_ n) An investigation starts from a problem -a deceived expectation- not from observation.

\_\_\_ o) Scientific method starts with an hypothesis or problem. A "solution hypothesis" is formulated to try to solve the problem. This "solution hypothesis" is tried to be proved false. If it is not, then it is corroborated, but if it is proved false, a new "solution hypothesis" is formulated.

\_\_\_ p) A principle that does not match the experience acquired by sensible perception can not be a principle.

\_\_\_ q) Facts that are based on sensible perception are the most secure in science and thus are superior to conclusions based on reasoning without experimentation.

\_\_\_ r) Scientific laws and theories have such a conventional character that it is useless to make any verification or control of them. Even facts are elaborated and constructed by scientists.

\_\_\_ s) Scientists create the language with which they explain facts but they do not create facts.

\_\_\_ t) There are some procedures, constantly used by scientists, that can uncover nature's secrets and shape the so called scientific method. But the scientific method can not be unique or rigid or always the same. Science method is as free as human mind is. The only requisites that it has to fulfill are: to contribute with a knowledge of nature which can be coherently integrated on what we already know, and that it must be possible to verify it or at least have possibilities of being verified some day.

\_\_\_ u) Science advances using a general method. It is the same method for any science and their different disciplines.

\_\_\_ v) There is a perfect logic order in scientific demonstrations that end in concrete reality.

Comments:

Subject IV: Concept and criteria of truth in science.

Among the following concepts and criteria of truth available in science that we have found in our research, please select those that match your own ideas. Please make any comment that you consider necessary.

- a) The only criterion for truth in a scientific theory is its concordance with experience.
- b) An idea is true if it permits us to advance joining our experience in a proper way.
- c) Scientific theories can be proved false or stay like conjectures, but we can not say that they are true.
- d) A scientific theory is true when it matches with facts, but we can not say it is really true because we do not have a truth criterion. Even if it was really true we could never know it. Truth is just a regulating ideal.
- e) Experimental knowledge rigorously obtained can not be wrong despite going against an established model theory or common sense.
- f) Truth is the coherence between our own thoughts and not their suitability with things.
- g) Truth exists. It is what is communicable and common for all.
- h) Truth is the adequation of our intellect with things.
- i) Truth does not exist. Every knowledge is relative to the person that has it.
- j) The truth in science is real but contextual. It is real because it tells us something about nature, but contextual because it is always referred to the theoretic frame used, which has well defined concepts, methods, principles, stipulations and laws. It is true inside that frame and possibly not inside another one. The guarantee of being real is the experimental control that verifies it.
- k) A theory must be true if it follows the "signification criterion" by which there always exists a reference to reality for every concept or part

of a theory following a logical analysis. This is: every part of the theory must be consistent in itself and not just when regarded in its totality.

\_\_\_ l) A theory is true only if it helps us to solve concrete practical problems.

\_\_\_ m) Truth is given by the consensus of the scientific community around a theory established as a model theory.

\_\_\_ n) It is possible to demonstrate theoretical construction's validity by experimentation.

\_\_\_ o) The truth of theories can be proved despite we have to admit stipulations or conventions to establish a correspondence between the theories and experimental data.

\_\_\_ p) We can consider a theory true or good to get knowledge if it has logic rigor despite not having concordance with all observational facts.

\_\_\_ q) It is possible to reach certainty in the possession of truth.

\_\_\_ r) A scientific truth can be definitive.

\_\_\_ s) Confrontation between theories is senseless without a truth criterion.

Comments:

Subject V: Philosophy of science. Objectives and utility.

Among the following statements about the objectives and utility of philosophy of science, please select those which match your own ideas. Please make any comment that you consider necessary.

\_\_\_ a) Philosophy of science must be basically directed to study science's language.

\_\_\_ b) Philosophy of science is the analysis of semantics --the relation between language and the reality referred by it-- and syntax --the mutual relation between language signs-- of the only significant reasoning: scientific reasoning.

\_\_\_ c) Philosophy of science must try to find the way scientific processes must be done to reach new knowledge.

\_\_\_ d) Philosophy of science must study science's history to determine science's evolution characteristics.

\_\_\_ e) Philosophy of science is a logic reconstruction of scientific theories that often does not take into account the processes leading to discovery. It is just an unfounded speculation with some metaphysical content.

\_\_\_ f) Philosophy of science is the study of the nature and validity of scientific knowledge. It has to solve a basic fact: to determine how valid scientific demonstrations are.

\_\_\_ g) Philosophy of science must be directed to study which are the philosophic consequences of the different scientific discoveries, in relation to our world's view.

\_\_\_ h) Philosophy of science has -among other objectives- two fundamental points: to ponder scientific knowledge about man and nature -philosophy main topics-, indicating if they are correct or helping to correct them, so they can be developed correctly without any wrong conception, and integrated into culture; and to make a valorization of the range and truth of this knowledge.

\_\_\_ i) Philosophy of science must determine the spirit of all different sciences, its relations, connections and if it is possible to summarize their specific principles in the minimum quantity of common principles, following the positive method.

2. What things motivate and discourage you in your work as a scientist?

3. Do you think there are Philosophy of science ideas in the base of your own way of thinking and doing science?

4. In your opinion, where must philosophy of science be directed to in order to be useful for scientists?

Comments:

## **6. Resultados del cuestionario.**

## **6.1. Introducción:**

Antes de exponer los resultados de este trabajo, explicaremos cómo se procedió para aplicar el cuestionario y analizar las respuestas obtenidas.

1. Se entregaron un total de 151 cuestionarios de la siguiente forma:

- 98 a investigadores nacionales: 86 miembros del Sistema Nacional de Investigadores de la Facultad de Química y 12 de otras dependencias de la UNAM.

- 53 a investigadores extranjeros: 9 profesores visitantes del Instituto de Química de la UNAM y 44 a investigadores extranjeros del campo de la química del estado sólido.

De estos recibimos:

- 57 de investigadores nacionales: 51 de los miembros de la Facultad de Química y 6 de los miembros de otras dependencias de la UNAM.

- 15 de investigadores extranjeros: 8 de profesores visitantes del Instituto de Química y 7 del extranjero.

El total de cuestionarios recibidos fue de 72 (49%). Ver anexos 1 y 2.

2. Por simplicidad nos referiremos a este grupo de investigadores como a "la comunidad científica".

3. Queremos enfatizar que este cuestionario no tiene el carácter de encuesta, ya que, aunque la gran mayoría de los investigadores a los que se les entregó para ser resuelto pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores de la Facultad de Química -y 51 cuestionarios recibidos son una buena muestra de un total de aproximadamente 180-, también incluimos en el estudio a personas que no pertenecen a esa misma población.

4. Por esto, los resultados que expondremos, no pueden ser tomados como afirmaciones rigurosas y definitivas de los miembros de la comunidad científica,

sino como comentarios que pueden dar una cierta idea de cuál es el pensamiento de la comunidad sobre estos temas. Esto permitirá al lector confrontar sus propias ideas con los comentarios que se hacen en este capítulo para enriquecer sus conocimientos sobre cada uno de los temas abordados. Nosotros no damos como definitiva ninguna de las conclusiones expuestas.

5. Se nos hicieron algunas críticas muy positivas que no queremos dejar de mencionar:

a) La primera en el sentido de que muchas de las afirmaciones necesitaban un desarrollo más amplio para poder ser interpretadas de forma clara y concisa. Pensamos que efectivamente debió haber sido así. Desgraciadamente eso hubiera hecho demasiado largo el cuestionario y, por lo tanto, más difícil de responder. La estructura del cuestionario es una solución de compromiso entre estos dos factores.

b) La segunda abordaba el hecho de que muchas de las opciones eran confusas debido al lenguaje utilizado. En este sentido queremos decir que era imposible utilizar otra terminología -a pesar de que la utilizada fuera poco conocida- ya que hubiéramos corrido el riesgo de cambiar el sentido original de cada una de las proposiciones. Una de las primeras conclusiones que podemos sacar es que la comunidad científica está poco familiarizada con el lenguaje filosófico.

c) La tercera crítica se refería a que de un cuestionario como éste no se podrían sacar conclusiones y resultados. Como hemos dicho, el objetivo que buscamos con el cuestionario no es el de obtener resultados concretos, sino una muestra de cuál es el pensamiento de la comunidad científica y que esta valoración sea útil para las personas que deseen seguir estudiando estos temas.

6. El análisis de los resultados se llevó a cabo de la siguiente forma:

a) Las opciones de cada uno de los 5 temas generales del cuestionario fueron distribuidas en grupos según los distintos subtemas que aborda cada tema general.

b) Se exponen los resultados obtenidos en el cuestionario por cada uno de los grupos de opciones.

c) Se transcriben los comentarios hechos por los investigadores a cada uno de los grupos de opciones.

d) Se hacen los comentarios a cada grupo basándonos en los resultados del cuestionario y lo expresado por los investigadores.

## 6.2. Tema I. El concepto de ciencia.

Poder analizar el concepto de ciencia requiere estudiar su metodología, desarrollo, tipos de conocimiento, verdad que alcanza etc. Es por esto que en este tema se incluyeron opciones que abordan todos estos elementos constitutivos del concepto de ciencia.

Para hacer el análisis de las respuestas que obtuvimos, presentaremos las opciones incluidas en este tema agrupadas según los distintos subtemas que tratan cada una de ellas.

- 1) La metodología de la ciencia. Opciones f,g,h,i,j,o,q,s.
- 2) El desarrollo de la ciencia. Opciones b,n.
- 3) Algunos aspectos de la verdad en la ciencia. Opciones a,c,d,u.
- 4) El concepto de ciencia. Opciones e,k,l,m,p,r,t.

### 6.2.1. Grupo 1. La metodología de la ciencia. Opciones f,g,h,i,j,o,q,s.

Para analizar las respuestas obtenidas comenzaremos por transcribir los comentarios que se hicieron a cada una de estas opciones.

Opción f: La comunidad científica se constituye en torno a una teoría que se establece como modelo ejemplar, para tratar de encontrar las consecuencias que se derivan de ella.

1. Verdadero pero incompleto. El trabajo del investigador es también buscar nuevos modelos para perfeccionar la "teoría ejemplar".
2. No siempre.
3. No es el único modelo.

Opción g: El paso de una teoría ejemplar a otra, no implica progreso hasta que la nueva de resultados.

1. Saber qué no funciona es a veces tan bueno como saber qué sí funciona.
2. Una nueva teoría puede traer ideas: es un progreso.
3. Sin resultados no se pasa a otra teoría.
4. Toda teoría es capaz de dar resultados. Sin embargo, es posible que dos teorías den los mismos resultados o predicciones y una sea mejor que la otra por dar una visión mejor de las cosas que la otra no puede dar.

Opción h: La ciencia es una competencia entre dos o más "Programas Científicos de Investigación" rivales, para ver cuál de ellos explica mejor los hechos observados; y no sólo la competencia entre dos teorías ejemplares. Entendiendo por "Programa Científico de Investigación" una sucesión de teorías T1,T2,T3... que se desarrollan desde un núcleo central que, por desición metodológica se mantiene infalsable. Estos programas permiten anticipar hechos nuevos y nuevas teorías auxiliares.

1. Normalmente, los "programas científicos de investigación" convergen hacia la misma teoría, la cual incluirá a T1, T2, T3...

Opción i: Es imposible describir cómo avanza la ciencia, y cómo debe hacerse; ya que lo que impera es un anarquismo en donde todo método o idea es válida para construir la ciencia.

1. Claro. Como muchas otras actividades creativas, la ciencia no es un asunto de recetas de cocina.
2. Toda idea es válida para construir la ciencia, pero no todo método.
3. La diferencia entre la ciencia y otras actividades creativas en donde la imaginación tampoco tiene límite, es el rigor científico. Uno puede imaginar cualquier cosa, pero luego hay que contrastarlo con la realidad. Y en ese momento se requiere ser riguroso.
4. Falso. Hay ideas que no son válidas. Por ejemplo, la astrología.
5. Cierto en cuanto exista reproducibilidad experimental.
6. Con anarquismo no es posible construir la ciencia.

Opción j: El progreso de la ciencia no se verifica por cambios de teorías ejemplares ni por cambios en programas científicos de investigación, sino mediante la competencia de "Tradiciones de Investigación" para ver cuál de ellas resuelve un mayor número de problemas. Entendiendo por "Tradicción de Investigación" un conjunto de teorías contemporáneas entre sí, o que se suceden en el tiempo; caracterizadas por esfuerzos metafísicos y metodológicos que la distinguen de las demás tradiciones; que pasan por un número de formulaciones distintas y detalladas, a veces contradictorias; proporcionando un conjunto de directrices para construir teorías específicas.

1. No entiendo la diferencia entre "tradiciones de investigación" y "programas científicos de investigación".

2. Lo siento. Yo creo que la ciencia avanza gracias al trabajo, la suerte, la habilidad innata y el esfuerzo personal. Su desarrollo tiene muy poco que ver con consideraciones meta-científicas como ésta. Sólo unos pocos casos caen dentro de este tipo de modelos paradigmáticos.

Opción o: La ciencia surge, no de la adecuación del razonamiento con la realidad, sino por la verificación de las proposiciones hechas, mediante las leyes de la lógica.

1. La ciencia puede surgir de los dos.
2. La ciencia surge de ambos.

Opción q: En la ciencia existen convenciones hechas por el hombre, pero esto no impide el conocimiento.

1. Las convenciones limitan el conocimiento.
2. Las convenciones son útiles para la ciencia.

Opción s: La ciencia garantiza la propia validez demostrando sus afirmaciones, o sea estructurándolas en un sistema o en un organismo unitario, en el cual cada una de ellas sea necesaria y ninguna pueda ser dejada de lado, agregada o cambiada.

1. Esto es verdad dentro de la ciencia, pero la ciencia no puede dar una verdad absoluta.

Los resultados obtenidos por cada una de estas opciones en el cuestionario fueron:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
f	20
g	15
h	9
i	11
j	11
o	10
q	36
s	20

Con estos resultados y lo expresado por los científicos podemos comentar:

a) Las opciones f,g,h,i,j,o,s, son diferentes posturas sobre la metodología de la ciencia. Los comentarios hechos por los científicos y los resultados obtenidos nos indican que la comunidad científica no está dispuesta a aceptar estas afirmaciones sin una cierta ponderación. Por una parte, las opciones f,g,h,j,o,s, marcan una metodología científica perfectamente establecida con la cual se trata de describir toda la ciencia. Fueron rechazadas por la comunidad, pues no describen más que algunos casos particulares de la investigación científica (opción j comentario 2). Por otro lado, la opción i, al detectar este error, postula una visión contraria, que plantea una ciencia sin metodología en donde todo método o idea sería válido para construir la ciencia. Esta postura también fue rechazada por la mayoría de los miembros de la comunidad científica al afirmar que la ciencia tiene libertad metodológica, pero cumpliendo con un requisito mínimo: la contrastación con la realidad.

b) En cuanto al tema de las convenciones hechas por el hombre, un buen número de científicos está de acuerdo en que la existencia de convenciones en la ciencia no impide alcanzar conocimientos. De hecho, gran parte de los principios de la ciencia se basan en convenciones que no quitan validez a los conocimientos alcanzados por ella. Nosotros estamos de acuerdo con esta postura.

## 6.2.2. Grupo 2. El desarrollo de la ciencia. Opciones b,n.

Los comentarios que se hicieron a cada una de estas opciones fueron:

Opción b: Las circunstancias sociales, políticas y económicas son las que dirigen el desarrollo de la ciencia.

1. Sí. Pero obviamente hay personas que operan fuera de esta corriente y trabajan en forma independiente de estas circunstancias.
2. Las circunstancias políticas, sociales y económicas son obligaciones que frecuentemente son un lastre para las ciencias.
3. Influyen mucho en el desarrollo de la ciencia, pero no la dirigen.
4. Estas circunstancias deben dirigir a la ciencia.
5. Sí. Principalmente en un país como el nuestro.
6. La ciencia también influye en la política, economía y sociedad.
7. Queramos o no, es cierto. La investigación depende de los recursos que se puedan obtener.
8. Sí. Pero también está dirigida por la inspiración personal, el ingenio y la habilidad.

Opción n: Lo que frena el desarrollo de la ciencia es la aceptación de autoridades, costumbres, opiniones, estructuras o convenciones.

1. Existen muchos otros frenos.
2. No necesariamente para mal.
3. Es cierto, pero muchas veces para el beneficio de la sociedad. Las consideraciones sociales y éticas deben avalar las posibilidades técnicas. La sociedad debe medir cuáles son las implicaciones de usar esas posibilidades técnicas en temas como el aborto, el uso de tejido fetal para tratar el Mal de Parkinson etc.

Los resultados obtenidos por cada una de estas opciones en el cuestionario fueron:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
b	36
n	27

Con estos resultados y lo expresado por los científicos podemos comentar:

a) Hay una cierta aceptación en el sentido de que las circunstancias políticas, sociales y económicas dirigen el desarrollo de la ciencia. Pensamos que este fenómeno no es aplicable de la misma forma a todas las ramas de la ciencia y en todos los casos como afirman los comentarios 1 y 8 a la opción b.

b) El comentario 3 a la opción b afirma que este fenómeno es de influencia y no de dirección, lo que constituye una visión diferente.

c) Pensamos que en algunos casos hay una dirección sobre la ciencia dada por estos factores, pero no estamos de acuerdo en que sea así. Más bien debe existir una influencia tal que la ciencia se encuentre en condiciones de poder desarrollarse adecuadamente por la existencia de condiciones políticas, económicas y sociales favorables, al mismo tiempo que la sociedad se vea beneficiada por el desarrollo de la ciencia. Un desarrollo en la ciencia debe traducirse en un desarrollo de la sociedad y viceversa.

d) El comentario 3 a la opción n nos parece importante. Los científicos deben estar consciente de la existencia de normas éticas y sociales que no pueden ser vistas como un límite restrictivo, sino como guía de conducta para la labor científica.

### 6.2.3. Grupo 3. Algunos aspectos de la verdad en la ciencia.

#### Opciones a,c,d,u.

Los comentarios hechos por los científicos a estas opciones fueron:

#### Comentario general:

Debe distinguirse entre ciencias experimentales y aquellas puramente teóricas, ya que en las primeras la comprobación de las hipótesis es posible y de hecho es parte de su fundamento, mientras que en las teóricas esto no es posible.

Opción a: La ciencia nos proporciona modelos útiles, pero no conocimientos verdaderos.

1. Lo mejor es tratar de describir los "conocimientos verdaderos" con modelos.

2. La ciencia nos proporciona modelos útiles que permiten acercarnos cada vez más a la realidad.

3. No. La ciencia nos proporciona aproximaciones a la verdad cada vez más cercanas a ella.

4. La ciencia proporciona conocimientos de algún modo verdaderos.

5. Estoy de acuerdo con esto, pero hasta un cierto límite que no quiero sea mal interpretado. Para tratar de aclararlo podemos considerar la siguiente analogía: un mapa puede contener una gran cantidad de información sobre un terreno, permitiéndome calcular los cambios de elevación y la posición de los ríos y los lagos que encontraría si caminara por ese terreno. Posteriormente podemos hacer el recorrido por el terreno y comparar el recorrido con las predicciones hechas con el mapa, pero eso no sería lo mismo que extender el mapa en el suelo y caminar sobre él. El mapa proporciona una representación de la topografía del mismo modo que los modelos científicos nos dan una representación del comportamiento físico y químico de un sistema, pero no son lo mismo que la cosa real.

6. Nos proporciona ambas cosas. El modelo macroscópico de la gravitación o las ecuaciones de Maxwell no son toda la verdad, pero creo firmemente que son parte de un verdadero conocimiento de la naturaleza. No es necesario conocer toda

la verdad sobre todas las cosas para conocer algo de la verdad de algunas cosas. La mayoría de las leyes de la física que conocemos reflejan la verdad a un nivel u otro.

Opción c: Lo que otorga validez a la ciencia son sus propios objetivos, métodos, resultados y criterios; y no aspectos externos a ella.

1. Algunas veces la política influye en la ciencia e ideas pseudo-científicas son promovidas de acuerdo a esta influencia. Como ejemplo se puede pensar en la teoría de resonancia, la genética y cibernética en la época de Stalin en la Unión Soviética.

2. Las teorías que se desarrollaron sólo por aspectos económicos o políticos y que por lo tanto no tienen mérito científico son desechadas rápidamente. (Por ejemplo las investigaciones genéticas de Lisenko o el patrocinio del estado de Utah al proyecto de la fusión en frío). Sin embargo las áreas en donde se desarrolla la investigación científica son generalmente dirigidas por estos factores.

Opción d: Los procedimientos de la ciencia son los únicos válidos para obtener un conocimiento auténtico de la realidad.

1. Esto nos llevaría a concluir que las personas que vivieron antes del advenimiento del método científico no tuvieron ningún conocimiento sobre la realidad y la naturaleza, lo cual no es cierto.

2. Tal vez esto sea verdadero para los conocimientos que se refieren a la naturaleza (Física, Química, Biología etc.). Pero hay realidades que se encuentran fuera de la naturaleza.

3. No. Existen aspectos que no pueden analizarse con el método científico.

4. Sí, hasta que se propongan otros.

5. No. Por ejemplo existen conocimientos intuitivos.

6. Yo tuve una serie de encuentros no científicos con la naturaleza cuando era niño de los cuales puedo mostrar las cicatrices y creo haber aprendido mucho de ellos.

Opción u: Las teorías científicas se divulgan como verdades absolutas a pesar de ser sólo teorías.

1. Es cierto, pero ése es un problema de los divulgadores, no de los científicos. Se divulgan así a pesar de los científicos. Son muy pocos los divulgadores que también son científicos.

2. Esto se debe a la falta de cultura científica.

3. Depende de lo que se defina por verdad. Existe la verdad científica cuyo valor radica en la verificabilidad.

4. Esto puede suceder. Muchas veces utilizamos modelos que están tan bien establecidos que los tratamos como si se tratara de verdades absolutas (por ejemplo, la mecánica cuántica). De hecho, existen ámbitos para los cuales estas teorías no funcionan. Constantemente se checan los límites de estas teorías pero frecuentemente se asume que las discrepancias observadas son debidas a las aproximaciones hechas, más que a problemas con la verdad absoluta, y éste es generalmente el caso. Sin embargo, las mejores teorías que tenemos siguen siendo teorías y así deben ser tratadas. Nada es absoluto en física.

Los resultados obtenidos por cada una de estas opciones en el cuestionario fueron:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
a	14
c	38
d	15
u	6

Con estos resultados y lo expresado por los científicos podemos comentar:

a) En cuanto a la opción a, remitimos al tema IV. secc. 6.5.3.

b) Nuestros comentarios a la opción c van en el mismo sentido que los hechos en la secc. 6.2.2. Esta opción es contraria a la opción b estudiada en el grupo anterior y sin embargo ambas tuvieron casi el mismo número de respuestas

afirmativas, lo que nos hace ver que en este tema la comunidad científica está dividida.

c) La opción d corresponde a la postura científicista. Por los comentarios recibidos y el que sólo 15 científicos la hallan aceptado podemos afirmar que el científicismo es una postura que está muy lejos de poder describir a la ciencia. Más bien es una postura promovida por algunos filósofos de la ciencia, que no ha hecho sino difundir una imagen deformada de ella. Para los científicos hay otros modos válidos de acceso al conocimiento que abarcan aspectos que no pueden ser estudiados por la ciencia y que complementan el conocimiento de la realidad.

d) La opción u fue muy poco aceptada por la comunidad. Nosotros estamos de acuerdo con los comentarios hechos a esta opción que aclaran que quienes presentan como verdades a las teorías son los divulgadores de la ciencia, que muchas veces no son científicos.

#### **6.2.4. Grupo 4. El concepto de ciencia. Opciones e,k,l,m,p,r,t.**

Para analizar las respuestas obtenidas comenzaremos por transcribir los comentarios que se hicieron a cada una de estas opciones.

Opción e: La metafísica y la ética no tienen valor, pues no usan el método de la ciencia.

1. El papel de la ética en la ciencia es de suma importancia. Casos de fraudes científicos o comportamientos no éticos de los científicos son muy conocidos.
2. La metafísica y la ética tienen sus propios métodos y su valor intrínseco.
3. Sí usan el método de la ciencia.

Opción k: Las reglas y métodos de la ciencia deben ser aplicadas a otros ámbitos como la política y la moral, para que estas últimas sean tan sólidas como la ciencia.

1. No. Pero nuestro deseo de consistencia requiere que se aplique la lógica para que las cosas tengan sentido.

2. Desgraciadamente, la ciencia no es más sólida que la política o la moral.
3. ¿Es posible? De serlo sería interesante.
4. No. Son disciplinas en las que no puede usarse el método científico completamente.
5. No se puede porque la política y la moral son subjetivas por esencia.
6. Son ambientes y competencias distintos. No se puede experimentar en la moral.
7. Inadecuado. Los fenómenos políticos o morales no están sujetos a sistemas de comprobación manipulables.
8. No, ya que la ciencia es empírica y éstas no.

Opción m: Los dos objetivos de la ciencia son: el conocimiento de la naturaleza y su dominio controlado.

1. El único objetivo de las ciencias exactas es el conocimiento de la naturaleza.
2. El objetivo de la ciencia es el conocimiento de la naturaleza.
3. El concepto de ciencia es muy amplio, pero conviene distinguir su objetivo como conocimiento de la naturaleza, independientemente de su uso posterior, al de la técnica que es la aplicación de los conocimientos, cualquiera que sea su origen, para fines prácticos.
4. El objetivo de la ciencia es el conocimiento de la naturaleza. En la práctica esto se realiza a través de la construcción de modelos cuantificables que permiten hacer predicciones, ya que éste es uno de los pocos caminos mediante los cuales podemos estar seguros que realmente estamos entendiendo a la naturaleza.
5. No son dos objetivos diferentes. El conocimiento inevitablemente se concreta en control en los casos que éste sea posible.

Opción p: El objetivo de la ciencia debe ser llevar sus resultados a la práctica. Ser útil, poder aplicarse. Tiene que buscar las leyes de los fenómenos para modificarlos en beneficio nuestro.

1. Tal vez no inmediatamente, pero sí a largo plazo. De no ser así, esa área de la ciencia dejará de ser estudiada y se convertirá en oscura.
2. Este es el objetivo de la tecnología.
3. Esto se logra sólo con el tiempo.
4. Si no lo cumpliera, no permitirían su estudio.

5. No. La ciencia debe proporcionarnos una comprensión de los fenómenos. Nuestra habilidad para usarlos es una consecuencia de lo anterior pero pertenece al campo de la tecnología. El conocimiento que es probado por su capacidad de hacer predicciones futuras es el objetivo de la ciencia.

Opción r: La ciencia es el ideal del hombre por conocer la naturaleza, su estructura, las causas de los fenómenos y las relaciones que existen entre ellos, con una doble finalidad: conocerse a sí mismo y su papel en la naturaleza, y dominarla haciendo uso de ella en su beneficio.

1. La ciencia es el ideal del hombre por conocer la naturaleza y las sociedades, su estructura, la causa de los fenómenos y las relaciones que existen entre ellos.

Opción t: El éxito de la ciencia en cuanto a su aplicación técnica nos ha llevado a tener un concepto de ciencia instrumentalista o pragmático.

1. No un concepto instrumentalista, pero van de la mano el desarrollo de ideas y el de los nuevos instrumentos.

2. Mucha gente lo ve así.

Los resultados obtenidos por cada una de estas opciones en el cuestionario fueron:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
e	3
k	4
l	49
m	33
p	21
r	42
t	21

Con estos resultados y lo expresado por los científicos podemos comentar:

a) Las opciones e, k, no tuvieron aceptación por parte de la comunidad científica. Son propuestas científicistas que no fueron tomadas en cuenta, ya que los científicos no descalifican el valor de la ética y la moral. Por otro lado, no ven viable el aplicar las reglas y métodos de la ciencia en ámbitos que tienen distintos objetivos.

b) Por los comentarios que se hicieron a la opción m, podemos afirmar que ésta no fue entendida en su significado original. Efectivamente, la aplicación técnica de los conocimientos científicos es un objetivo que no pertenece a la ciencia, sino a la tecnología. En este punto estamos de acuerdo con los científicos. Sin embargo, el sentido de esta opción se refiere a que la ciencia debe tener un dominio controlado de la naturaleza entendido como control experimental. El comentario 5 a esta opción nos muestra el sentido real de esta afirmación.

c) De la opción p podemos comentar que, aún sin ser uno de sus objetivos, sentimos que el científico debe plantearse cuál será el impacto que tendrán sus investigaciones en la sociedad. Como hemos dicho, el desarrollo de la ciencia debe traducirse en un desarrollo de la sociedad.

d) Por último, nos da gusto ver que nuestra opción sobre el concepto de ciencia (opción r) haya sido bastante aceptado por los miembros de la comunidad científica.

### **6.3. Tema II: Bases filosóficas alrededor del concepto de ciencia.**

Al hablar de las bases filosóficas que acompañan al concepto de ciencia, hablamos de hecho de toda una teoría del conocimiento humano, de la cual la ciencia es parte integrante. Es por esto que reflexionar sobre aquellas ideas filosóficas acerca del conocimiento humano en general, nos puede llevar a entender mejor la ciencia.

Para analizar las respuestas obtenidas en esta segunda parte del cuestionario, dividimos las opciones en tres grupos fundamentales:

1) El conocimiento intelectual. Opciones a,b,f,g,i,j,k,l,m,n,o.

Dentro de este primer grupo podemos distinguir cuatro subgrupos:

- a) La filosofía idealista. e,g,o.
- b) La filosofía realista. a,n.
- c) Otros sistemas filosóficos. f,k.
- d) Las capacidades del intelecto humano. b,j,l,m.

2) El conocimiento sensible. Opciones c,d,h.

3) La relación de la filosofía con la ciencia. Opciones p,q.

### **6.3.1. Grupo 1. El conocimiento intelectual.**

#### **6.3.1.1. Subgrupos a) y b). La filosofía realista e idealista.**

**Opciones a,e,g,n,o.**

Para analizar los resultados obtenidos, empezaremos transcribiendo los comentarios de los científicos a estos dos subgrupos.

Comentarios generales:

1. Los científicos sabemos que hay algo fuera de nosotros, de lo cual queremos encontrar conocimientos, a los que consideramos verdaderos; aunque, posteriormente, si reflexionamos sobre el tema de la verdad, nos damos cuenta que con esa actitud nos contradecemos con lo que pensamos sobre ella.

2. No hay contradicción en decir que la ciencia se basa en los dos tipos de filosofía, realista e idealista. Las teorías y leyes son nuestro invento y sirven para

que podamos entender la naturaleza. Sin embargo, las leyes sí reflejan la realidad objetiva.

Opción a: El hombre conoce lo real, lo que está fuera de él, tal y como es en la naturaleza.

1. Lo que conocemos son los fenómenos, no los noumenos (cosas).

Opción g: De las cosas conocemos lo que nosotros hemos puesto en ellas.

1. Es innegable que hay cosas que están fuera de nosotros. Que nos llegan de fuera.

2. El conocimiento de la cosa o lo que podemos conocer de ella depende en cierta proporción de cómo la investigamos y qué instrumentos empleamos etc. pero el conocimiento de ella, tal como es, no depende de nosotros.

Opción n: La ciencia está apoyada en una filosofía realista, en el sentido que afirma que existe una realidad ordenada; que ésta es cognoscible y que el hombre tiene capacidad de conocerla.

1. Ambas filosofías, realista e idealista, tienen su razón de ser.
2. El científico tiene que ser realista. Sin ese presupuesto, no se investigaría.

Opción o: La ciencia se apoya en una filosofía idealista por la cual, es el hombre quien otorga orden a la naturaleza mediante las categorías del intelecto y de esta forma la conoce.

1. Nosotros imponemos cierto orden al universo usando las herramientas que tenemos a nuestra disposición. Si un fenómeno se encuentra fuera del rango de aplicación de estas herramientas, lo calificamos como no comprensible y tratamos de desarrollar herramientas para comprenderlo. Decir que conocemos la naturaleza va más allá de lo posible. Nosotros nunca conocemos realmente la naturaleza, sólo desarrollamos mejores modelos de cómo trabaja.

Los resultados obtenidos en el cuestionario fueron:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
a	14
e	9
g	10
n	42
o	15

Con estos comentarios y resultados podemos hacer algunas reflexiones:

a) La comunidad científica parece mostrarse realista a la hora de reflexionar sobre la actividad científica. Prueba de esto es que la opción más aceptada de todo el tema II fue la n con 42 respuestas afirmativas. El científico actúa siempre con cierta dosis de realismo. Por ejemplo, al estudiar un compuesto químico, el científico sabe, o por lo menos da por supuesto que éste existe, que tiene ciertas propiedades, que se rige por ciertas leyes y que éstas no dependen de cómo lo estudie. Y que, por existir ese orden en la naturaleza, las investigaciones son repetibles y se pueden descubrir las leyes que rigen los fenómenos. Como afirma el comentario 3 sin este supuesto no se podría tener seguridad de alcanzar algún conocimiento.

b) Por otro lado, existe un aspecto fundamental de la investigación científica, abordado por varios de los comentarios a estas opciones. Al existir una limitación a la observación de las causas que producen un fenómeno, el científico se ve obligado a hacer suposiciones, hipótesis y teorías que expliquen aquellas causas del fenómeno que no son observables directamente. Esta forma de proceder corresponde en cierta forma a un esquema idealista, en el cual el hombre es quien otorga orden a la naturaleza para poder entenderla. Este orden dado por el hombre no es un orden físico natural, sino conceptual, teórico, que sirve para avanzar en el conocimiento y que constituye, en muchos casos, la única forma de lograrlo. Esto mismo es aplicable a las matemáticas que se utilizan para describir los fenómenos naturales.

c) El papel de esta metodología "idealista" en la ciencia es fundamental, pero -como afirma el comentario a la opción o- es sólo una metodología que trata de representar a la naturaleza; no es el comportamiento de ésta. En la base de este proceder existe un realismo de fondo que se fundamenta en el orden de la naturaleza, ya que las hipótesis y teorías, aún siendo creadas por el hombre, se basan en los fenómenos observados que manifiestan ese orden. Aún las hipótesis que contradicen los hechos experimentales o no se apoyan en éstos, se formulan intuyendo de alguna manera la existencia de un orden oculto cuyas manifestaciones no se observan, pero se tratan de comprender.

d) Algunos miembros de la comunidad científica plantean acertadamente el uso de ambas filosofías en el trabajo científico. La realista como marco de fondo para entender a la naturaleza afirmando su existencia ordenada y la idealista como metodología representacional en los casos en que las causas de un fenómeno no son manifiestas y tienen que ser propuestas por el mismo científico.

e) Es notable la diferencia obtenida en el cuestionario en cuanto a la propuesta realista con la idealista. Como hemos dicho la propuesta realista tuvo 42 respuestas afirmativas por 15 de la idealista, lo que nos hace ver que, a pesar de que los planteamientos idealistas tienen mucha importancia como quedó de manifiesto arriba, la ciencia requiere de una concepción realista del universo para desarrollar su trabajo.

### **6.3.1.2. Subgrupo c): Otras visiones filosóficas de la ciencia. Opciones f,k.**

En este subgrupo sólo se hizo un comentario referente a la opción k:

Opción k: El conocimiento es una adaptación biológica del hombre a los hechos de la experiencia.

1. Los animales pueden discriminar ante situaciones derivadas de la experiencia.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
f	10
k	17

Tomando en cuenta este comentario y los resultados podemos hacer algunas reflexiones:

a) La teoría del conocimiento platónica (ver sec. 4.3.1.) tiene valor como un primer intento del hombre por entender cómo se hace posible el conocer, pero no tiene utilidad para tratar de explicar lo que es la ciencia moderna, pues no abarca todas sus manifestaciones. Esto quedó patente en las respuestas de la comunidad científica al ser elegida sólo por 10 personas.

b) Por otro lado, la visión biológica del conocimiento como una adaptación a los hechos de la experiencia fue tomada en cuenta por 17 miembros de la comunidad científica para explicar lo que es la ciencia. A pesar de que fueron pocos, nos llama la atención que haya sido tomada en cuenta pues esta postura - como lo pone de manifiesto el comentario l- implica una antropología que trata de explicar la inteligencia y el espíritu humano como funciones mecanico-biológicas del organismo. El hombre, concebido de esta manera, sería incapaz de trascender a aspectos como el amor, la contemplación, el arte, la religión etc., situándose en una mera categoría animal. Suponemos que eligieron esta opción pensando mas bien en la importancia que el conocimiento sensible (experiencia) tiene para el hombre, sin llevar esta concepción a sus últimas consecuencias.

### 6.3.1.3. Subgrupo d): La capacidad del intelecto humano. Opciones b,j,l,m.

Estas cuatro preguntas plantean en realidad dos cuestiones:

1. ¿Cuál es el límite del conocimiento humano? Opciones b,j.

2. ¿Dónde surge la indeterminación en nuestro conocimiento de la naturaleza? Opciones l,m.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
b	16
j	21
l	6
m	30

a) En cuanto a la primera de estas cuestiones, los resultados obtenidos en el cuestionario no nos permiten afirmar que exista alguna postura propia de la comunidad científica; más aún, es importante notar que opciones contrarias hayan tenido casi el mismo número de respuestas afirmativas. Esto nos hace suponer que los científicos no tienen el suficiente conocimiento de este tema -prueba de ello el que no se hiciera ningún comentario al respecto-, o que estas ideas se entendieron de distinta forma por los investigadores por encontrarse fuera de todo un contexto explicativo.

b) Dado que la comunidad científica no se pronunció en este sentido, podemos comentar lo siguiente: El avance del conocimiento científico, que es el que nos interesa, sólo se vería detenido o por haber alcanzado la totalidad del conocimiento de la naturaleza, o por la existencia de un límite a ese conocimiento.

De existir un límite, éste podría estar dado por el mismo intelecto humano, incapaz de conocer toda la realidad física, o por una incognoscibilidad intrínseca de las cosas.

Este límite no puede estar dado por una incognoscibilidad intrínseca de la naturaleza, ya que ésta tiene la propiedad de ser conocida por el mismo hecho de ser; por lo que debe estar dado por una limitación del entendimiento humano.

En teoría, el hombre tiene capacidad para conocer toda la naturaleza, pero prácticamente esta posibilidad desaparece debido a múltiples factores:

1. Los límites de observación de la naturaleza.

2. La dinamicidad y evolución de la naturaleza que impiden una total comprensión de los fenómenos, tanto los ya sucedidos de los cuales muchas veces no se tiene datos, como de los futuros. La naturaleza siempre presentará nuevas interrogantes.

3. La condición espacio-temporal del hombre, que le impide conocer todo lo que sucede a su alrededor.

4. El hecho de que la transmisión del conocimiento es mucho más lenta que el desarrollo de los fenómenos naturales.

Estas circunstancias son las que hacen imposible el conocimiento de toda la verdad de la naturaleza. Ya Aristóteles había hablado en este sentido: "El estudio especulativo de la verdad es en parte fácil y en parte difícil. Prueba de ello es que nunca se alcanza la verdad del todo, ni nunca se está totalmente alejado de ella... Quizá su causa no esté en las mismas cosas sino en nosotros. Porque de igual manera que los ojos de los murciélagos parecen ineptos para la luz del día, así parece serlo la inteligencia de nuestra alma respecto a las cosas que por naturaleza se manifiestan con la más cegadora evidencia".<sup>1</sup>

c) En cuanto a la segunda cuestión, la balanza parece inclinarse a pensar que las indeterminaciones existentes en nuestro conocimiento de la naturaleza, sobre todo a nivel micro físico, se deben a una limitación de nuestro intelecto (30 respuestas afirmativas), más que a que la naturaleza sea indeterminada (6 respuestas afirmativas).

d) Nosotros compartimos esta opinión apoyándonos en que, si la naturaleza macroscópica se muestra determinada, en el ámbito microscópico debe suceder lo mismo, pues de lo indeterminado no puede surgir lo determinado. Lo interesante sería preguntarse si sería posible establecer una teoría que prescindiera de las indeterminaciones para explicar la naturaleza micro física. Es posible que las indeterminaciones estén en función de las teorías y de los límites de observación, y que al reducirse estos límites y elaborarse nuevas teorías se reduzcan las indeterminaciones que según nuestro parecer son consecuencia del modelo utilizado y del estado de desarrollo del conocimiento.

---

<sup>1</sup>. Aristóteles. Obras completas. Libro de la metafísica. (993b/994a), Editorial Aguilar. 1964. pp. 928-929.

### 6.3.2. Grupo 2. El conocimiento sensible. Opciones c,d,h.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
c	24
d	16
h	6

En cuanto a la opción c que plantea que la experiencia está subordinada a la razón recibimos el siguiente comentario:

1. La razón se fundamenta en la experiencia. Si viviéramos en un mundo a-causal (sin causas) sólo desarrollaríamos razonamientos muy pobres. Podemos observar esto experimentalmente entre niños educados en ambientes caóticos e impredecibles. El mundo es real; la razón es nuestra imaginación de sus fundamentos.

De esto podemos comentar:

a) La razón interpreta los hechos de la experiencia que le son presentados por los sentidos. En tanto que éstos tienen que ser interpretados por la razón, se puede decir que la experiencia está subordinada a la razón para adquirir pleno sentido como conocimiento. Sin embargo, en su origen, la experiencia es completamente independiente de la razón; pues es algo que llega al hombre desde fuera, a través de los sentidos.

b) Para ejemplificar esto, podemos decir que, al medir una temperatura, el intelecto hace suyo un hecho de experiencia (la dilatación del mercurio) y lo interpreta bajo una serie de marcos conceptuales (teorías) para obtener de ese hecho un conocimiento sobre la temperatura de dicho cuerpo. El intelecto es capaz de dar un sentido ulterior al hecho sensible de la dilatación del mercurio; sin embargo, ese hecho le viene dado de fuera a través de los sentidos.

La opción d del cuestionario afirma que las ideas sólo proceden de la experiencia y que, por lo tanto, ésta sería el límite de todo conocimiento. A este respecto se nos comentó:

1. Más bien la experiencia es útil e indispensable para checar las ideas y así hacer avanzar al conocimiento.

2. Sí. Sin embargo, puede haber ideas sin contrapartida en la experiencia. Las matemáticas son un milagro desarrollado solamente por nuestra imaginación y constituyen un fundamento para la ciencia. La estética también desempeña un papel importante en las ideas exitosas. Así que, a pesar de que las ideas tienen frecuentemente su raíz en la experiencia, tienen otras raíces también...

Sobre esto podemos comentar:

a) Efectivamente, en un principio, el conocimiento surge de la experiencia, pero una vez obtenido un conocimiento, este puede ser fuente de muchos otros sin necesidad de tener de ellos una experiencia sensible.

En cuanto al criterio planteado por la opción h de no poder admitir una conclusión que vaya en contra de los sentidos se nos comentó:

1. No. Los sentidos nos engañan y por eso hemos desarrollado instrumentos que los superan.

2. Falso. Nuestros sentidos jamás podrán experimentar directamente la contracción relativista, pero ésta debe ser creída.

3. Pienso que a fin de cuentas nuestros sentidos o sus extensiones definen la realidad, pero los modelos contemporáneos requieren de un desarrollo de esas extensiones para poder verificarlos.

a) Por los comentarios hechos y el que sólo 6 personas aceptaran esta propuesta podemos ver que la comunidad científica considera que en muchos campos de la ciencia, los sentidos no son un criterio determinante para dar validez a una teoría. Es interesante notar que esta idea fue elaborada en el siglo XIII, en donde los sentidos tenían un lugar preponderante en la investigación científica.

### 6.3.3. Grupo 3. La relación de la filosofía con la ciencia. Opciones p,q.

La cuestión a estudiar es si la filosofía de la ciencia constituye un impulso o un lastre para el desarrollo de la ciencia. Los resultados, que se muestran a continuación, nos hacen sentirnos satisfechos de haber realizado este trabajo.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
p	40
q	3

Los comentarios que se hicieron a este punto fueron:

1. El que las ideas de la filosofía de la ciencia sean un impulso o un lastre para la ciencia depende de cómo se manejen esas ideas.

2. Ninguna de las dos opciones. La primera es tanto como pretender que la ciencia mueva a la naturaleza. La segunda tampoco, ya que la ciencia ocurre con independencia de la filosofía; es la filosofía la que trata de comprender a la ciencia.

3. Las nociones preconcebidas pueden ser obstrucciones. El imponer un orden que no existe realmente, frena.

4. La filosofía es la ciencia del conocimiento, y lo que hoy día llamamos ciencia es un método para obtener conocimiento. En principio, no puede existir una sin la otra. Puede haber corrientes filosóficas impulsoras o que constituyan un lastre.

5. Cualquier cosa que estimule un pensamiento creativo ayuda a la ciencia. No son un lastre, aunque tampoco la harán avanzar.

De estos resultados podemos comentar:

a) La comunidad científica considera como provechosas para la ciencia las ideas filosóficas, lo que representa una gran motivación para nosotros ya que este trabajo tiene como uno de sus fines el hacer notar esta idea.

b) El segundo comentario que se nos hizo nos parece un tanto cuanto precipitado, ya que en ningún momento se plantea una dependencia de la ciencia con respecto a la filosofía, sino una relación de apoyo mutuo en el proceso cognoscitivo. (Ver sec. 3.1. y 3.1.3.). A menos que el investigador tenga como intruso en su laboratorio a un filósofo que le indique continuamente qué hacer en sus investigaciones, suponemos que ese peligro no existe.

c) Sin embargo, como afirma el comentario 7 a la pregunta 3 del tema V. secc 6.6.2.2., el científico siempre actuará de acuerdo con un marco filosófico personal, adquirido consciente o inconscientemente, que lo lleva a tener una concepción del universo según la cual interpretará resultados, planteará hipótesis y formulará teorías. Por esto, el tener un cierto conocimiento de filosofía puede ayudar al científico a comprender mejor y desde un punto de vista más general, a la naturaleza.

d) Ahora bien, ese miedo a la influencia de la filosofía en la ciencia puede verse justificado en el caso de aquellas filosofías que propugnan ideas equivocadas con respecto a la naturaleza, al hombre o la ciencia. Filosofías con una cosmología, antropología o epistemología errada presentarán a la ciencia marcos ideológicos incompatibles con el quehacer científico que pueden constituir un lastre muy pesado para la ciencia. En este sentido, los comentarios 1,3 y 4 tienen gran valor, pues no se trata de aceptar cualquier marco filosófico, sino aquellos que realmente ayuden a comprender verdades generales sobre el hombre, la naturaleza y la ciencia. Por esto es necesario conocer estas ideas para saber elegir aquéllas que sirven a la ciencia.

e) Tal vez el ejemplo más típico de una influencia negativa de la filosofía en la ciencia es el cientificismo. Este presenta una imagen deformada de la ciencia, absolutizándola como único medio para obtener conocimientos verdaderos de la naturaleza, anulando el valor de la ética, la moral, la metafísica, la religión etc. como medios de conocimiento. Afortunadamente, basándonos en los resultados del cuestionario, podemos decir que nuestra comunidad científica no es cientificista.

Para terminar el análisis de esta segunda parte del cuestionario podemos decir que dos conclusiones que se pueden obtener con cierto margen de certeza de cómo piensa nuestra comunidad científica con respecto a estos temas son: que la ciencia se apoya en una filosofía realista para desarrollar su trabajo, y que las ideas

de la filosofía de la ciencia constituyen un impulso para el conocimiento científico. Estas dos propuestas fueron las únicas que obtuvieron en esta segunda parte del cuestionario más del 50% de respuestas afirmativas (42 y 40), mientras que sus contrarias obtuvieron sólo 15 y 3 respectivamente.

#### 6.4. Tema III. El método de la ciencia.

Al igual que en los temas anteriores procederemos a agrupar las opciones presentadas para poder hacer el análisis de las respuestas obtenidas:

- 1) El método de la inducción. Opciones a,b.
- 2) El método de la ciencia según Tomas Kuhn. Opciones f,g,h.
- 3) El método de la ciencia según Karl Popper. Opciones l,m,n,o.
- 4) El método de la ciencia según Paul Feyerabend. Opciones i,j,k.
- 5) El método de la ciencia según Henri Poincaré. Opciones c,d,s.
- 6) Consideraciones sobre el conocimiento sensible en el método científico. Opciones p,q.
- 7) Opciones e,r,u,v.
- 8) Nuestra propuesta sobre el método de la ciencia. Opción t.

En cuanto al grupo 6) remitimos a lo expuesto en 6.3.2. (tema II, grupo 2) sobre el conocimiento sensible.

##### 6.4.1. Grupo 1. El método de la inducción. Opciones a,b.

Opción a: Todas las ciencias son exclusivamente inductivas.

Opción b: La inducción no existe, ya que lógicamente no es posible pasar de la observación de muchos casos particulares a una generalización universal. Lo que existe es un método deductivo de la prueba.

A estas opciones se hicieron los siguientes comentarios:

1. En la ciencia se utiliza tanto la inducción como la deducción.

2. La invalidez de la inducción es una famosa paradoja. Por ejemplo, nadie ha observado una vaca morada, pero no estamos absolutamente seguros de que no exista. Solamente que la probabilidad de que la proposición "no existe una vaca morada" sea verdadera, es muy grande.

3. La inducción es ciertamente un procedimiento inválido para razonar. Sin embargo, la ciencia es un sistema axiomático con un primer axioma de causalidad y un segundo axioma de inducción. Nada puede ser deducido sin inducción. El empirismo de Hume nos dejaría sólo con lo que se experimenta en acto (en presente) sin poder usar de conocimientos anteriores. No se podría deducir ni inducir nada acerca de la realidad sin una continuidad causal e inductiva entre series de eventos similares.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
a	4
b	11

Estos comentarios y resultados nos permiten hacer algunas consideraciones:

a) Es notorio que la comunidad científica no descarta la utilización de la inducción como procedimiento válido para obtener conocimiento. Muestra de ello es que sólo 11 investigadores plantearon que no existe.

b) El hecho de que la inducción no sea un método lógicamente válido, no significa que no pueda darnos conocimientos reales si la apoyamos en el principio de que la naturaleza es ordenada. Dando por supuesto este orden en la naturaleza, y apoyando la inducción en hechos verdaderamente causales -en y sólo aquellos que son la causa del fenómeno-, las generalizaciones universales de hechos particulares hechas por inducción serán válidas para construir la ciencia.

c) El hecho de que la opción a haya recibido únicamente 4 respuestas afirmativas, parece decirnos que los científicos plantean el uso de ambos métodos,

el inductivo y el deductivo. La inducción para pasar de los hechos particulares al establecimiento de leyes universales, y la deducción para de estas leyes, sacar nuevas consecuencias particulares.

d) En este sentido la afirmación de Popper de que la inducción en la ciencia no existe parece quedar en descrédito ante la realidad de la ciencia.

#### **6.4.2. Grupo 2. El método de la ciencia según Tomas Kuhn, opciones f,g, e Imre Lakatos, opción h.**

A estas opciones del cuestionario se comentó lo siguiente:

Opción f: Una teoría ejemplar puede verse desmentida por el avance de la ciencia normal.

1. Una teoría ejemplar puede verse modificada o extendida por el avance de la ciencia normal. (Y no desechada).

Opción g: El paso a una nueva teoría ejemplar es una reorientación. Se tienen los mismos datos pero se estructuran de distinta forma. Esto es lo que se llama una revolución científica.

1. Al pasar de una teoría ejemplar a otra no se tienen los mismos datos sino nuevos.

2. Una nueva teoría debe de ser capaz de predecir observaciones que la anterior no podía. Si no es así, son equivalentes.

3. Una teoría ejemplar y una nueva pueden contener diferentes hechos y tener diferente estructura. Por lo general, el nuevo paradigma engloba el total del anterior.

Opción h: Una teoría científica se desecha sólo cuando se tiene una mejor, no cuando la que se tiene se ve amenazada.

1. La amenaza para una teoría es la acumulación de datos en su contra.

2. Muchas cosas son las que nos pueden llevar a abandonar una teoría: descubrir una mejor o una falla en la teoría aún no teniendo una mejor.

3. El desechar una teoría sólo cuando se tiene una mejor es el proceso natural de progreso en la ciencia.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
f	45
g	34
h	38

Basándonos en estos comentarios y resultados podemos hacer algunas consideraciones:

a) Dado el número de respuestas afirmativas, podemos ver que las ideas de Kuhn y Lakatos -que corrige en algunos aspectos a Kuhn- tienen buena aceptación en la comunidad científica, aunque adolecen de algunos errores.

b) Tal vez la crítica más clara que se le puede hacer a Kuhn, apuntada por Paul Feyerabend y que se manifestó en los comentarios anteriores, es que es imposible encasillar la actividad científica en un molde histórico-social. Sin embargo, esto no invalida las afirmaciones de Kuhn, que han servido para comprender que el estudio del desarrollo de la ciencia tiene que tomar en cuenta aspectos que se originan en el mismo hombre, que configura la actividad científica según su propia forma de ser.

#### **6.4.3. Grupo 3. El método de la ciencia según Karl Popper.**

##### **Opciones l,m,n,o.**

El estudio del método de la ciencia de Popper que se expone aquí se completa con lo dicho en el grupo 1 de este tema sobre la inducción.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
l	28
m	14
n	6
o	31

Los comentarios que hicieron los científicos son:

Opción l: Se deben formular hipótesis que vayan más allá de los datos disponibles, para luego buscar falsearlas mediante observaciones y experimentos, y de esta forma ver si son válidas o no.

1. El formular hipótesis que vayan más allá de los datos obtenidos por experimentación para luego tratar de falsearlos es un camino para avanzar en el conocimiento, pero no una obligación.

Opción m: La garantía del avance de las ciencias es la actitud crítica de tratar de falsear siempre las teorías.

1. Lo que se quiere es buscar la comprobación de las hipótesis, no su falsación.
2. La actitud crítica no es falsear las teorías, sino siempre tratar de encontrar nuevas o mejores explicaciones de los fenómenos observables.
3. La crítica es válida, pero no necesariamente hay que falsear.
4. Falsear no es una garantía, pero es un buen método.
5. Las teorías siempre deben de ser probadas en pro y en contra.

Opción n: La investigación parte de problemas -expectativas que han sido defraudadas- y no de la observación.

1. Frecuentemente es la observación la que plantea los problemas.
2. La investigación puede iniciarse desde cualquier punto (no sólo por una expectativa defraudada).
3. La ciencia parte de una observación rigurosa. Una expectativa puede verse defraudada por muchos motivos.

Opción o: El método científico parte de una hipótesis o problema. Se formula una hipótesis de solución para el problema. Se trata de falsear esa hipótesis solución. Si no se falsea, se ve corroborada, y si se falsea se formula una nueva hipótesis de solución.

1. Algunos científicos siguen este método.
2. Sólo una parte es así, pues existen procesos cognoscitivos en la ciencia que no requieren de hipótesis expresas.
3. Muchos de los avances de la ciencia no se dan por el método en sí mismo. Así sólo se describe una parte del avance científico.

Con estos comentarios y los resultados obtenidos podemos hacer las siguientes consideraciones:

a) La comunidad científica parece no estar muy convencida de las ideas de Popper para describir el método de la ciencia. En las respuestas obtenidas se manifiestan una serie de reservas a sus propuestas.

b) En cuanto a formular hipótesis que vayan más allá de los datos experimentales, la comunidad científica parece estar de acuerdo en que se trata de un método que puede ser útil en algunos casos, pero no puede ser tomado como la única metodología o como la mejor.

c) En cuanto a la falsación de las hipótesis y teorías científicas, la comunidad manifiesta la misma reserva. Se trata de un método que detecta de inmediato la existencia de un error en éstas y por eso tiene valor. Pero no significa que el seguir este método lleve a un avance más rápido y efectivo de la ciencia. De hecho, la comunidad científica utiliza las teorías e hipótesis para buscar nuevos conocimientos sin buscar directamente la falsación. En caso que ésta se presente, será aceptada por el científico, pero más bien lo que se busca -como afirma el comentario 1 a la opción m- es la utilización de las teorías e hipótesis, con una actitud de estabilidad, tratando de mantenerlas y de corregir los errores que se presenten. Una investigación se hace con el fin de buscar nuevos conocimientos, no de falsear la teoría. Es muy probable que la falsación aparezca por sí sola a lo largo de la investigación si la hipótesis es errónea.

d) La afirmación de Popper de que el buscar siempre la falsación de una teoría es el verdadero espíritu científico, no tiene sentido. Nos hubiera gustado preguntar directamente a los científicos si alguno buscaba positivamente, como método, la falsación de las teorías e hipótesis. Nosotros suponemos que no es una práctica común.

e) Por otro lado, la comunidad no parece prestarle mucha importancia al hecho de si la investigación surge de la observación o de una expectativa defraudada (sólo 6 respuestas afirmativas). Lo que plantea la comunidad con bastante sentido común, es que la investigación puede partir de cualquier punto. Esta es otra de las afirmaciones de Popper que creemos trata de encasillar a la ciencia en un modelo predeterminado que no le corresponde.

f) En cuanto al método propuesto por Popper parece ser que, como tal, la comunidad lo acepta como válido para llevar a cabo una investigación científica, aunque algunos lo consideran un tanto rígido y no el único válido para describir el avance de la ciencia, ni el mejor.

#### **6.4.4. Grupo 4. El método de la ciencia según Paul Feyerabend.**

##### **Opciones i,j,k.**

Los comentarios hechos a estas opciones fueron:

Opción i: El avance de la ciencia consiste en que algunos pensadores no se dejaron atar por normas metodológicas obvias, o por que involuntariamente las violaron y de esta forma llegaron a nuevos conocimientos.

1. Ese no es el único camino para avanzar en la ciencia. Pero hay algunos casos en los que hay que actuar así.

2. Sí. No hay que casarse con la idea de "teorías comúnmente aceptadas". Muy a menudo éstas son dogmas que contienen falsos paradigmas.

Opción k: Se deben elaborar hipótesis que vayan en contra de datos obtenidos por experimentación para tratar de avanzar en el conocimiento.

1. No. Una hipótesis así formulada, necesariamente es inválida.

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
i	25
j	35
k	8

Paul Feyerabend logró poner de manifiesto errores cometidos por otros epistemólogos y llamar la atención sobre puntos muy importantes como la libertad en la creación de hipótesis y teorías, el uso del método científico y la libertad personal del científico que no debe dejarse absorber por la comunidad en detrimento del avance de la ciencia. Sin embargo, sus afirmaciones parecen ser demasiado tajantes en algunos aspectos y no describir el comportamiento de la ciencia por pasarse al extremo contrario al que ataca.

a) En cuanto al primer punto, muchos avances de la ciencia se han dado rompiendo con las teorías y concepciones anteriores, pero como lo hace ver Tomas Kuhn, estos pueden darse gracias al desarrollo sistemático de la ciencia, que se apoya en marcos teóricos definidos. Es por esto que la comunidad se pronuncia por afirmar que romper con las concepciones vigentes de la ciencia no forzosamente lleva a nuevos conocimientos, aunque en algunos casos pueda hacerlo -comentario 1 a la opción i-.

b) En donde Feyerabend tuvo más aceptación por parte de la comunidad fue en su planteamiento de un método flexible. Lo único que queremos comentar es que flexibilidad no es lo mismo que anarquismo.

c) La postura de Feyerabend que plantea la elaboración de hipótesis que vayan en contra de los datos obtenidos por experimentación fue desechada por la comunidad científica -comentario 1 a la opción k-. Tal vez, esta postura es la que mejor ejemplifica los errores cometidos por Feyerabend que, detectando con

**FALTA PAGINA**

**No.**

**157**

entendió el sentido de la idea, propone un principio no experimentable para decir que todo se puede experimentar.

b) La opción d fue una de las más escogidas por los científicos (50 respuestas afirmativas). Esto nos muestra, junto con las otras dos opciones, que la concepción de Poincaré constituye una descripción bastante aceptada de la ciencia.

c) La opción s se refería a un aspecto muy concreto, el que el científico no crea los hechos científicos sino que los enuncia. Esta afirmación -seleccionada por 48 científicos-, contradice lo dicho por Le Roy en el sentido de que el hecho mismo es creado por el científico -opción que no tuvo ninguna respuesta afirmativa-. Esto parece mostrarnos una vez más que los miembros de nuestra comunidad científica son realistas al hacer ciencia.

#### 6.4.6. Grupo 6: Consideraciones sobre el conocimiento sensible en el método científico. Opciones p,q.

Estas opciones obtuvieron los siguientes resultados en el cuestionario:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
p	14
q	14

Los comentarios que se hicieron a estas opciones fueron:

Opción p: Un principio que no esté de acuerdo con la experiencia adquirida mediante la percepción sensible, no puede ser un principio.

1. Falso. Aún suponiendo que mediante el término percepción sensible se refieran a "soportado por experimentación". Puede haber principios sin soporte experimental y aún siendo falsos.

2. No necesariamente la percepción sensible se da en primera instancia. Por ejemplo los modelos de biología molecular.

3. La experiencia es útil para confirmar un principio.

Opción q: Las pruebas basadas en la percepción sensible son las más seguras que existen en la ciencia y son superiores al razonamiento carente de experimentación.

1. El razonamiento carente de experimentación no es un principio.

2. El que no haya observación no excluye el razonamiento del campo de la investigación.

3. Los hechos son los hechos. Las generalizaciones hechas de una serie de observaciones no son hechos, sino hipótesis. Las hipótesis basadas en hechos experimentales o en observaciones son estéticamente más agradables que aquellas que no se basan en nada. Según el axioma de causalidad podemos decir que son superiores, pero esto es un argumento de creencia y no de hechos.

Según estos resultados podemos comentar:

a) Todas las opciones referentes al conocimiento sensible tuvieron poca aceptación. Suponemos que esto se debió a que son opciones demasiado generales, o a que tiene su dificultad el poder delimitar lo que es puramente conocimiento sensible de lo que es conocimiento intelectual.

b) Remitimos a lo comentado en la secc. 6.3.2., Tema II grupo 2 para completar la visión sobre el conocimiento sensible en la ciencia.

#### 6.4.7. Grupo 7: Opciones e,r,u,v.

Los resultados de cada una de estas opciones en el cuestionario fueron:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
e	32
r	0
u	23
v	12

De estos resultados podemos comentar:

a) La opción r no tuvo respuestas afirmativas. Como comentamos en el grupo 5 opción c, esto es para nosotros una prueba más del realismo con que trabaja la comunidad científica, ya que niega que los hechos científicos sean creados por el científico mismo, proposición de carácter netamente idealista.

b) La opción e propone que una teoría es una representación hecha por el hombre de cómo se comporta la naturaleza según se le manifiesta. Pensamos que el número de respuestas afirmativas aunque alto, debió ser mayor. Posiblemente la opción requería de una explicación un poco más amplia para entenderse.

c) 23 afirmaciones a la opción u no nos permiten saber si la comunidad científica considera que todas las ciencias utilizan el mismo método para alcanzar sus objetivos o si cada una de ellas desarrolla un método propio.

d) La opción v fue elegida sólo por 12 investigadores. Esto nos hace suponer que la comunidad científica se inclina a pensar que las demostraciones científicas en ocasiones no alcanzan a establecer una relación directa con la realidad concreta, sino con estipulaciones y convenciones hechas por el hombre.

#### **6.4.8. Grupo 8: Nuestra propuesta sobre el método de la ciencia. Opción t.**

Nuestra propuesta para explicar el método científico, elaborada en base a lo que hemos podido observar del trabajo científico y de reflexionar acerca de él, obtuvo 52 respuestas afirmativas, lo que la hizo la opción más escogida por los miembros de la comunidad en este tema y que constituye para nosotros una señal de que estas reflexiones sobre el método científico han logrado detectar puntos clave. En cuanto a esta propuesta se nos comentó:

Opción t: Existen procedimientos que desentrañan los secretos de la naturaleza (física) que son utilizados por los científicos constantemente, y que conforman el llamado método científico. Sin embargo el método de la ciencia no puede ser rígido, ni único, ni siempre el mismo. El método de la ciencia es tan libre como libre es la razón humana. El único requisito que debe cumplir es el de aportar un conocimiento de la naturaleza que se integre coherentemente dentro de los conocimientos ya adquiridos y que pueda ser verificado o por lo menos deje abierta la posibilidad de ser verificado algún día.

1. El método científico se entiende como la formalización de los procedimientos científicos que desentrañan los secretos de la naturaleza.

2. Sí. Como he dicho, el método científico es una herramienta incompleta. Sólo describe algunos aspectos de procedimiento sobre el camino por el cual todos podemos volar sobre aquello que podemos llamar verdadero o considerarlo un hecho científico. Estos mismos procedimientos nos forzarán a revisar más adelante nuestra visión de los hechos, y tal vez otros procedimientos serán la clave para introducir cambios en el futuro.

3. Estoy totalmente de acuerdo con esta afirmación.

a) En cuanto al primer comentario, nos gustaría afirmar que la libertad en el método no se opone a su formalización. Lo que está formalizado en el método científico es el cómo llevar a cabo cada uno de los procedimientos que lo integran. La deducción, la inducción, la observación etc. deberán cumplir con reglas metodológicas para ser válidas, es decir, estar formalizados. Sin embargo la libertad que nosotros planteamos radica en el uso de cada uno de esos procedimientos, que se adecuarán a las necesidades concretas de cada

investigación. No sería correcta una formalización que obligara al científico a utilizar el método en una forma determinada, rígida o única.

#### **6.5. Tema IV: Concepto y criterios de verdad en la ciencia.**

Sin lugar a dudas, el tema de la verdad en la ciencia es uno de los más apasionantes para todo científico y filósofo de la ciencia.

Para presentar los resultados obtenidos, procederemos de la misma manera que en los temas anteriores, agrupando las opciones presentadas en el cuestionario en temas comunes para facilitar su estudio:

- 1) El concepto de verdad en general. Opciones f,g,h,i,q,r.
- 2) La experimentación como criterio de verdad. Opciones a,b,e,n.
- 3) La verdad en la ciencia. Opciones c,d,j,k,l,m,o,p,s.

##### **6.5.1. Grupo 1. El concepto de verdad en general. Opciones f,g,h,i,q,r.:**

Los resultados de cada una de estas opciones en el cuestionario fueron los siguientes:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
f	9
g	18
h	13
i	12
q	10
r	24

Los comentarios que se hicieron a este grupo de opciones fueron:

**Comentarios generales:**

1. Ignoro el significado de la palabra verdad. Este cuestionario me confirma que esta palabra ha sufrido un gran desgaste.

2. ¿Quién conoce la verdad?

3. ¿Verdad? Según quién lo vea.

4. ¿Cuál es la verdad?

5. La verdad científica es radicalmente diferente a la verdad filosófica. Aquella se encuentra definida dentro de un marco restringido por las hipótesis fundamentales y las reglas del método.

6. La verdad puede dividirse en categorías: Verdad Absoluta: cognoscible sólo a través de la revelación, que requiere que la aceptemos y que no es verificable. Verdad Filosófica: deriva de nuestra capacidad para generar ideas coherentes que satisfagan nuestra necesidad de explicar a la naturaleza y a nosotros mismos. Verdad Científica: requiere de comprobación mediante enfrentamiento con los hechos observables conocidos mediante experimentación; que permite la generalización de predicciones y por tanto posee un carácter práctico pero cuyo lugar dentro del marco de la verdad absoluta es desconocido e irrelevante desde el punto de vista de la ciencia misma. Verdad Jurídica o Cotidiana: aquella que deriva directamente de nuestra experiencia personal y que no requiere un marco teórico, lógico o racional que la soporte, sino sólo de nuestra memoria en la cual se fundamenta.

Opción f: La verdad consiste en la coherencia de nuestros propios pensamientos y no en la adecuación de éstos con las cosas.

1. Esto es subjetivismo. No es válido.

2. La verdad consiste en las dos cosas.

Opción g: La verdad existe. Es aquello que es comunicable y común a todos.

1. La verdad existe, pero no es cognoscible, y por lo tanto no es comunicable.

Opción i: La verdad no existe. Todo conocimiento es relativo al sujeto que conoce.

1. Esto es escepticismo. Está muy superado.
2. No. La repetibilidad de los experimentos demanda que lo que es verdad para mí, es verdad para ti.

Opción r: Una verdad científica puede llegar a ser definitiva.

1. La verdad científica existe dentro de una teoría, pero una teoría no es eterna.

a) Lo que pretendíamos con estas opciones era saber si la comunidad científica se pronunciaba a favor de alguna postura con respecto al concepto de verdad en general. Como podemos ver por los resultados, esto no sucedió. Más bien, lo que parece es que -como afirma el comentario general 1- el concepto de verdad está desgastado y es difícil hablar de la verdad.

b) El comentario general 6 es interesante, ya que nos dice que para hablar de la verdad, en primer lugar hay que definir en qué ámbito hablaremos de ella. Haciendo esta distinción podemos pensar que se podría tratar de estudiar las características de la verdad dentro de cada uno de esos ámbitos, evitando de esta forma algunas de las dificultades que este estudio presenta.

c) En los grupos 2 y 3 nos referiremos propiamente al ámbito de la verdad en la ciencia, para tratar de dilucidar qué tipo de verdades alcanza y cuáles son sus características y si hay algún tipo de consenso por parte de la comunidad en este sentido.

## 6.5.2. Grupo 2. La experimentación como criterio de verdad.

### Opciones a,b,e,n.:

Los resultados obtenidos en el cuestionario para este grupo fueron:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
a	32
b	24
e	37
n	41

Los comentarios hechos por los científicos son:

#### Comentario general:

Los experimentos deben de ser repetibles bajo las mismas condiciones por diferentes personas en diferentes lugares. En este sentido, los resultados experimentales constituyen la verdad.

Opción a: El único criterio de verdad para una teoría es el acuerdo con la experiencia.

1. Otro criterio de verdad es la consistencia interna de la teoría y la consistencia con otros modelos teóricos. (Recibimos tres comentarios en este sentido).

2. Posiblemente esta afirmación es algo fuerte. Es necesario corroborar experimentalmente, pero a veces, teorías erróneas pueden tener valor, por ejemplo, indicándonos en dónde no seguir buscando. El conocimiento también incluye a las matemáticas, que no se ocupan de la realidad física y que son apoyo para los modelos, por lo que para construir una teoría es importante conocer el comportamiento matemático.

Opción b: Una idea es verdadera cuando nos permite avanzar enlazando nuestra experiencia de un modo satisfactorio.

1. El enlazar nuestra experiencia de un modo satisfactorio no tiene que ver con la verdad. La verdad habla sobre la realidad y no sobre nuestra experiencia, que puede verse distorsionada por muchos factores.

Opción e: El conocimiento experimental obtenido rigurosamente no puede estar equivocado a pesar de ir en contra de paradigmas ya establecidos o aún del sentido común.

1. Hablando idealmente, siempre se podrán interpretar los datos experimentales a la luz de los modelos o teorías existentes. Si no es así, el experimento será revaluado, y si es necesario se rechaza la hipótesis y se revisa el modelo.

2. Los hechos son reales aún cuando no nos sea posible explicarlos.

3. No hay conocimientos experimentales absolutamente rigurosos.

4. El conocimiento experimental rigurosamente obtenido, según mi parecer, no puede ir en contra del sentido común (esto es, ser matemática o lógicamente inconsistente). Por otro lado, los modelos sólo son modelos y pueden cambiar, sin importar qué tan bien establecidos estén.

Opción n: Es posible demostrar la validez de las construcciones teóricas mediante experimentos.

1. Generalmente, los experimentos confirman la validez de una construcción teórica sin demostrar.

Con estos resultados y comentarios podemos hacer algunas consideraciones:

a) A diferencia del grupo anterior, en el cual la comunidad científica no se pronunció a favor de ningún concepto general sobre la verdad, podemos decir que, según los resultados obtenidos, la comunidad parece aceptar como criterio de verdad en la ciencia el control experimental.

b) No obstante, como puede verse en los comentarios a estas opciones, para admitir este criterio se necesita que el control experimental cumpla con ciertos requisitos que lo hagan realmente válido, como pueden ser su correcta

interpretación, su obtención mediante procedimientos rigurosos, su clara observación etc.

c) Estas opciones nos llevaron a advertir que la comunidad científica utiliza otros dos criterios de verdad muy importantes: la coherencia interna de la misma teoría y el acuerdo y coherencia con otros marcos teóricos.

d) De esta forma, el científico maneja tres criterios para poder discernir sobre la verdad de los resultados de su trabajo. Consideramos que esta conclusión es de suma importancia.

### **6.5.3. Grupo 3. La verdad en la ciencia. Opciones c,d,j,k,l,m,o,p,s.**

Los resultados que obtuvieron cada una de estas opciones en el cuestionario fueron:

Opción:	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
c	16
d	32
j	42
k	19
l	5
m	4
o	25
p	2
s	20

A este grupo de opciones los científicos hicieron los siguientes comentarios:

## Comentarios generales:

1. Sólo existen verdades parciales, válidas únicamente en las condiciones y con las limitaciones que se usaron para establecerlas.
2. La ciencia proporciona conocimientos de algún modo verdaderos.
3. Encuentro dificultad para responder a las opciones que se refieren a la verdad de una teoría, ya que éstas no son ni verdaderas ni falsas (a menos que tengan algún error matemático). Las teorías deben ser corroboradas por los resultados experimentales o rechazadas por estos, pero en ninguno de estos casos son verdaderas. Las leyes físicas son afirmaciones que han sido suficientemente probadas, a las que consideramos válidas en un determinado rango de circunstancias a pesar de tener algunas limitaciones. También es importante recordar que la estadística juega un papel importante en la ciencia.

Opción c: Las teorías científicas, o son falseadas, o quedan como conjeturas, pero no puede decirse que sean verdaderas.

1. Esto es verdadero en sentido absoluto. Todo lo que podemos hacer es creer o no en ellas. No es correcto decir que las teorías sean falseadas. Simplemente fallan al simular realidades que debían poder simular cuando se han tomado en cuenta todas las variables e influencias.

Opción d: Una teoría es verdadera cuando corresponde con los hechos, aunque no se puede decir que realmente sea verdadera. No tenemos un criterio de verdad. Aunque en realidad sea verdadera, nunca podríamos llegar a saberlo. La verdad, por tanto, es sólo un ideal regulador.

1. La verdad existe, pero nunca la podemos conocer. Podemos hacer buenas suposiciones, pero el criterio de verdad es más bien algo estético que riguroso.
2. No. Esto es un escepticismo total. Cada vez conocemos el universo de una forma más verdadera, aunque no llegamos a lo absoluto.
3. Una teoría es verdadera cuando concuerda con los hechos.
4. La verdad tiene sus límites con respecto a las condiciones con que se obtuvo.
5. Nos podemos acercar mucho a realmente describir cada aspecto de un sistema, pero no tendremos un concepto de verdad.

Opción j: La verdad de la ciencia es real, pero contextual. Es decir, es real ya que nos dice algo sobre la naturaleza, pero contextual ya que está referida siempre al marco teórico utilizado, que tiene unos conceptos, métodos, principios, estipulaciones y leyes bien definidas. Es verdad sólo dentro de ese marco teórico y posiblemente no dentro de otro. La garantía de que es real radica en el control experimental que la comprueba.

1. Esta es una opción bastante buena. Sin embargo considero a la verdad como la realidad última de todas las cosas que: a) existe, b) es causal por naturaleza, c) matemáticamente estructurada en sus causas. Nuestra percepción de esta verdad absoluta en la ciencia es lo que es real pero contextual.

Opción m: La verdad está dada por el consenso de la comunidad en una teoría que se establece como modelo ejemplar.

1. Tiene que concordar con los hechos conocidos.

2. No. Pero el modelo generalmente es establecido con el consenso de la comunidad científica. En la práctica un modelo se desarrolla a lo largo de un período de tiempo, es probado por una serie de experimentos y por último obtiene el consenso de la comunidad como un sello de aprobación. En este estado, pueden pasar décadas sin que sea probado otra vez.

3. Lo que nosotros consideramos como verdad está determinado por una combinación del consenso de la comunidad y nuestras violaciones a este consenso apoyadas en nuestras propias creencias que lo contradicen. Este consenso no es la verdad. Simplemente es razonable y en ocasiones falso.

4. Pienso que la verdad es temporal y está gobernada por nuestras mejores suposiciones para satisfacer los experimentos, y nuestra habilidad para predecir resultados en un momento histórico determinado. Es importante hacer notar que puede ocurrir un nuevo fenómeno que nos haga cambiar nuestra visión de la realidad.

Opción p: Basta el rigor lógico de una teoría para considerarla verdadera o aportadora de conocimiento aunque no concuerde con los hechos observacionales.

1. Sí. Muchos modelos satisfacen este criterio.

2. No. Puede haber rigor lógico, pero estar fuera de la realidad.

Con estos comentarios y resultados podemos hacer algunas reflexiones:

Para poder establecer si existe la verdad en la ciencia, lo primero que hay que determinar es si existen criterios de verdad objetivos en ella, y posteriormente, establecer de qué tipo de verdad se puede hablar, es decir, conocer qué alcance tiene ésta.

a) El hecho de que la opción l haya obtenido sólo 5 respuestas afirmativas, nos hace ver que, el que las teorías científicas tengan consecuencias prácticas, no es un criterio de verdad para la comunidad científica.

b) Tampoco fue aceptado como criterio de verdad el consenso de la comunidad científica (4 respuestas afirmativas). Como afirma el comentario 2 a la opción m, el consenso se obtiene después de un largo periodo de experimentación y desarrollo del modelo.

c) El rigor lógico de las teorías no tuvo aceptación, como criterio de verdad, por los miembros de la comunidad (2 respuestas afirmativas). En este sentido se comentó que las teorías deben de tener, además de un orden lógico, alguna referencia con la realidad.

d) Con 25 respuestas afirmativas a la opción o, es difícil plantear cuál es la posición de la comunidad científica sobre si las convenciones existentes en la ciencia permiten o no probar la verdad de las teorías científicas. Como hemos dicho antes, para nosotros las convenciones tienen un papel necesario en la ciencia y no son un obstáculo para poder probar que existe la verdad en ésta.

e) En cuanto a la opción s, que plantea que no tiene sentido la contrastación de teorías sin un criterio de verdad, nos sorprendió que no halla tenido la aceptación que nosotros esperábamos, ya que, según nosotros, es necesario tener un criterio de verdad para poder establecer qué teoría tomar y cuál desechar, aún en el caso extremo de considerar que la verdad es sólo un ideal inalcanzable.

f) En las opciones c y d, se expone la concepción de Popper sobre la verdad en la ciencia. En primer lugar establece que nunca podremos saber si una teoría es verdadera (aunque lo fuera), ya que no existe ningún criterio de verdad. La verdad es para él sólo un ideal regulador. Por otro lado, establece como único criterio la

falsación, que, aunque no permite afirmar la verdad de una teoría, permite establecer que ésta es falsa. Estas opciones tuvieron cierta aceptación por algunos miembros de la comunidad científica. Sin embargo, después de lo visto en este tema, podemos afirmar que sí existen criterios de verdad en la ciencia. Nosotros no estamos de acuerdo en que las teorías tengan solamente un carácter conjetural. Desde nuestro punto de vista, la ciencia puede alcanzar una verdad, parcial, contextual; pero real, no conjetural, y que progresivamente se desarrolla, aumentando nuestro conocimiento de la naturaleza, acercándonos cada vez más a la verdad.

g) La opción j fue la más aceptada por la comunidad científica para explicar el concepto de verdad en la ciencia (42 respuestas afirmativas). Es interesante notar que esta opción explica de manera satisfactoria el por qué la verdad en la ciencia, aún siendo real, no puede pretender ser absoluta, ya que depende de construcciones establecidas por el mismo hombre, pero es real debido a que está apoyada en el control experimental que la relaciona directamente con la naturaleza.

## **6.6. Tema V. Objetivos de estudio y utilidad de la filosofía de la ciencia.**

### **6.6.1. Tema V. Parte I.**

Todas las opciones presentadas en esta parte tratan directamente sobre qué debe ser la filosofía de la ciencia y sus objetivos, por lo que no fue necesario dividirlas en grupos.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Opción.	Respuestas afirmativas. Sobre 70 posibles.
a	2
b	7
c	24
d	12
e	0
f	39
g	32
h	35
i	12

Los comentarios hechos a cada una de las opciones fueron:

**Comentarios generales:**

1. Considero que la filosofía debería servir de orientación a los fines y objetivos del desarrollo de la ciencia, pero éste se realiza por el afán de adquirir más conocimiento sin ningún fin preconcebido.

2. No creo saber mucho sobre filosofía de la ciencia.

3. Ninguna de las opciones me gusta, inclusive no encuentro satisfactoria ninguna combinación de las afirmaciones propuestas.

4. Tuve dificultad para decidirme por alguna de estas afirmaciones, ya que no estoy seguro de tener una idea definida de lo que es la filosofía de la ciencia o de qué la constituye.

5. No sé suficiente sobre filosofía de la ciencia para comentar sobre esto. Estoy contestando de acuerdo con lo que yo pienso que la filosofía de la ciencia debe hacer, y en algunos casos está haciendo.

Opción a: La filosofía de la ciencia debe enfocarse fundamentalmente al análisis del lenguaje de la ciencia.

1. La filosofía de la ciencia debe enfocarse en parte al análisis del lenguaje de la ciencia si tiene interés de incidir en la ciencia.

2. La filosofía de la ciencia abarca ese aspecto, pero es más que eso.

3. Me parece útil que el filósofo de la ciencia tenga un mínimo de conocimiento sobre el lenguaje de la ciencia.

4. Esta es una parte importante de la filosofía de la ciencia.

Opción b: La filosofía de la ciencia consiste en un análisis de la semántica -la relación entre el lenguaje y la realidad a la que se refiere aquel- y de la sintaxis -relación recíproca entre los signos de un lenguaje- del único discurso significativo: el discurso científico.

1. Sí, pero la filosofía de la ciencia es más que eso.

2. Para tener discusiones significativas sobre la ciencia misma es necesario haberse puesto de acuerdo en el lenguaje y definición de los términos.

Opción c: La filosofía de la ciencia centra su actividad en buscar la forma en que deben llevarse a cabo los procesos científicos para alcanzar nuevos conocimientos.

1. También puede centrarse en la justificación de la actividad científica y en los móviles que nos llevan a ella, así como su relación con el hombre como entidad intelectual.

2. Esto sería demasiado restrictivo.

3. Esto más bien es objeto de Diseño de Experimentos.

4. Si se refieren a que revela los procesos a través de los cuales se obtiene el conocimiento científico, estoy de acuerdo.

Opción d: La filosofía de la ciencia debe ser un estudio de la historia de la ciencia, para poder determinar los rasgos de la evolución científica.

1. La historia de la ciencia es su herramienta, no su fin.

2. Esto sería demasiado restrictivo.

3. La estudia y determina las direcciones de la ciencia.

4. Esto es parte de la filosofía de la ciencia.

5. Es una ayuda, pero no el objeto de estudio.

6. Esto es divertido, pero es una pérdida de tiempo desde el punto de vista práctico.

Opción e: La filosofía de la ciencia es una reconstrucción lógica de teorías científicas que a menudo no tiene en cuenta los procesos del descubrimiento. Es una simple especulación infundada, teñida de vagos supuestos metafísicos.

1. Falso, aunque hay quienes caen en este extremo.
2. No estoy de acuerdo con esto según el criterio realista que ya mencioné.

Opción f: La filosofía de la ciencia es una reflexión acerca de la naturaleza y el valor del conocimiento científico. Sus problemas giran alrededor de una cuestión básica: cuál es el valor de las demostraciones científicas.

1. Esto también es sólo una parte de ella.
2. Esto es una pérdida de tiempo. Ninguna demostración científica es válida. Todas recaen sobre axiomas como por ejemplo el de causalidad y en una serie de correspondencias que son lógicamente indefendibles. Creo en las demostraciones científicas con fervor religioso, pero no les llamen válidas.

Opción g: La filosofía de la ciencia debe estar encaminada a estudiar cuáles son las consecuencias filosóficas de los diferentes descubrimientos científicos en cuanto a la visión del mundo.

1. Esto es sólo una parte más.
2. No sólo aborda las consecuencias filosóficas.
3. Sí. Los descubrimientos tienen consecuencias filosóficas.
4. Sí, entre otros temas.
5. No. Esto es muy vago.

Opción h: La filosofía de la ciencia tiene entre sus objetos dos cuestiones fundamentales. En primer lugar, el valorar los conocimientos alcanzados por la ciencia sobre los conceptos de "hombre" y de "naturaleza", indicándole si estos son correctos o corrigiéndolos para que pueda desarrollarse coherentemente sin caer en modelos o explicaciones contrarias a la realidad de estos temas -objetos fundamentales de la filosofía- integrándolos en la cultura universal. Y en segundo lugar, valorar el alcance de estos conocimientos hablando fundamentalmente de cuál es el tipo de verdad obtenida por ellos.

1. Estos objetivos junto con los que plantea la opción i.

2. No. La filosofía de la ciencia existe sólo para dar empleo a los filósofos de la ciencia. Es útil como una rama de la historia. Es divertida y agradable. Es esencialmente inútil. La verdadera filosofía de la ciencia la llevan a cabo los científicos, no meta-científicos.

3. Esta me parece una gran afirmación.

Opción i: La tarea de la filosofía consiste en determinar el espíritu de cada una de las ciencias, descubrir sus relaciones y conexiones y resumir, si es posible, todos sus principios específicos en una cantidad mínima de principios comunes siguiendo el método positivo.

1. El método positivo limita a la ciencia a una descripción de los hechos. Es superado por la ciencia.

2. Esta es una de sus tareas.

Con lo expuesto por los científicos y los resultados obtenidos en el cuestionario podemos comentar:

a) Las opciones a,b,d,i, recibieron muy pocas respuestas afirmativas. Suponemos que esto se debe a que todas ellas se refieren a aspectos parciales de lo que la filosofía de la ciencia es. Con esto no queremos decir que no sean de importancia, sino más bien que la filosofía de la ciencia no puede reducir su campo de estudio solamente a aspectos como éstos.

b) La opción e no tuvo respuestas a favor, lo que para nosotros significa que la comunidad científica considera que la filosofía de la ciencia sí tiene interés y que de una u otra forma es útil para los científicos. Para nosotros esto representa una confirmación de que el dedicar tiempo a su estudio redundará en beneficio de la comunidad científica.

c) La opción c tuvo una mejor aceptación al recibir 24 respuestas a favor. Sentimos que esto se debe a que esta opción plantea el estudio de un punto mucho más central de la filosofía de la ciencia: la forma en la que se deben llevar a cabo los procesos científicos para alcanzar nuevos conocimientos.

d) La opción f fue la más aceptada de todo este tema con 39 respuestas a favor. Consideramos que el plantear el estudio de la naturaleza y el valor que tienen las demostraciones científicas es de máxima importancia tanto para los

científicos como para los filósofos de la ciencia, ya que esto les dará oportunidad de integrar esos conocimientos en un plano más elevado que contemple aspectos que van mucho más allá de lo que la sola ciencia puede alcanzar.

e) Por último nos da mucha satisfacción que nuestras dos propuestas sobre lo que la filosofía de la ciencia debe ser (opciones g,h), tuvieron gran aceptación por parte de la comunidad científica. Esto es para nosotros una buena confirmación de que nuestra concepción de lo que es la filosofía de la ciencia va por buen camino.

## **6.6.2. Tema V. Parte 2.**

### **6.6.2.1. Pregunta 2. ¿Qué lo motiva y qué lo desmotiva en su trabajo como científico?**

En principio, pudiera parecer que esta pregunta no tiene relación con los temas que aborda la filosofía de la ciencia. Sin embargo, como hemos dicho a lo largo de nuestro trabajo, los aspectos externos a la ciencia influyen fuertemente el modo de ver y hacer la ciencia de los científicos. (Ver sec. 3.1. y 3.1.3.)

De los 72 cuestionarios recibidos, en 44 se respondió a esta pregunta.

En cuanto a las motivaciones al trabajo científico expresadas por los investigadores encontramos las siguientes:

1. La búsqueda y obtención de nuevos conocimientos.
2. El lograr contribuir con un avance en alguna rama del saber.
3. Poder explicar las causas de un fenómeno.
4. La libertad con la que cuenta el científico para desempeñar su trabajo.
5. El diseñar una investigación e interpretar sus resultados.
6. La curiosidad por responder a los interrogantes que plantea la naturaleza.
7. El gusto por hacer ciencia, el tener un reto que resolver, una pregunta sin contestar.

8. El comunicar los nuevos descubrimientos y su publicación.
9. La participación entusiasta de los estudiantes.
10. El ver cómo adquiere destreza un alumno en el planteamiento y resolución de un problema.
11. El recibir apoyo económico o de cualquier tipo para realizar un proyecto.
12. El intercambio de ideas con otros investigadores.
13. El placer de trabajar buscando resultados científicos.
14. El desarrollar un modelo o teoría y que éstos correspondan con los hechos.
15. El desarrollar una nueva metodología, más fácil, rápida y eficiente.
16. La pura satisfacción personal.
17. La ilusión por alcanzar fama y éxito económico a través de la investigación científica.

a) Como podemos ver en estas respuestas, la curiosidad científica y el deseo de obtener nuevos conocimientos son las motivaciones fundamentales del científico de nuestra comunidad en la realización de su trabajo. De hecho podríamos decir que se es científico porque se tiene esa actitud frente a la naturaleza y sus fenómenos.

Por otra parte, nos llamaron la atención tres comentarios más:

b) La motivación que causa la participación de los alumnos en la investigación científica. Como tales, nos da mucho gusto saberlo y pensamos que tal vez se debería fomentar más esa participación en beneficio tanto de los investigadores como de los alumnos.

c) En cuanto al comentario relativo a la obtención de fama y éxito económico derivados de la actividad científica, nos llamó la atención que sólo dos de los 44 investigadores que respondieron a la pregunta mencionaran este aspecto. Suponemos que son muchos más los que tienen motivaciones de este tipo pero que no se decidieron a manifestarlas, tal vez pensando que, al afirmar tener motivaciones como éstas, podrían ser criticados por no buscar sólo el placer del saber.

d) El referente a la libertad con la que trabaja el científico. Sobre esto nos preguntamos con qué criterio determina un científico en qué campo concreto investigar. No podemos proponer un criterio instrumentalista porque la ciencia no

lo es, pero de alguna manera creemos que sería interesante conocer cuáles son esos criterios y qué fines buscan, así como si se toman en cuenta las necesidades de la sociedad cuando alguna investigación lo permitiera.

Resultados mucho más interesantes encontramos al hablar de las desmotivaciones que sufre el científico en su trabajo. En el cuestionario se nos mencionaron las siguientes:

1. La falta de generosidad de los científicos para compartir sus conocimientos.
2. La falta de responsabilidad de los científicos en el uso de los recursos disponibles (equipos, reactivos, instrumentos, etc.).
3. La falta de responsabilidad y ética en el trabajo científico.
4. Que la comunidad científica se niegue a aceptar los nuevos métodos, teorías o aportaciones científicas.
5. La creación o establecimiento de grupos cerrados de investigadores.
6. La burocracia que entorpece el quehacer científico; trámites, requisitos, asuntos administrativos y de carácter político. En general la administración de la ciencia.
7. El que se entreguen reconocimientos inmerecidos.
8. La falta de cambio de actitud de la universidad y en especial de mi instituto.
9. Los criterios incorrectos de evaluación a los científicos.
10. La prostitución de las tareas de investigación en aras del sistema de puntos.
11. El bajo salario que se percibe.
12. La falta de medios económicos para poder investigar.
13. La falta de reconocimiento social a la investigación científica.
14. La mala aplicación de los conocimientos científicos, por ejemplo en armas.
15. Que el producto de la investigación se quede en publicaciones o congresos y no sea aplicado.
16. Que la industria mexicana, sobre todo las filiales extranjeras, no utilice los desarrollos científicos para mejorar su eficiencia por atenerse a las indicaciones del extranjero.
17. Las desmotivaciones que pueda tener no importan.
18. El no encontrar nuevos conocimientos.

Al revisar las desmotivaciones aquí expuestas, pensamos que pueden ser agrupadas en tres según su origen:

1. Aquellas provenientes de la misma comunidad científica (1-5).
2. Las provenientes de las instituciones dedicadas a la investigación (6-10).
3. Las provenientes de la sociedad:
  - a) Por falta de apoyo a la investigación (11-13).
  - b) Por el mal aprovechamiento de la actividad científica (14-16).

Un cuarto tipo de desmotivación mencionado (comentario 18) fue el no encontrar nuevos conocimientos. Para nosotros, esto no puede constituir una desmotivación para el científico, sino un aliciente a seguir trabajando, aunque no dudamos que sea duro el estar en esa situación. Afortunadamente esto fue comentado por una sola persona.

Por otro lado, nos gustó mucho el comentario 17, por que parece decimos que la ciencia es tan apasionante que cualquier desmotivación es insuficiente como para detener la labor del científico.

Volviendo a las tres primeras fuentes de desmotivación nos gustaría comentar lo siguiente:

a) Fue muy llamativo para nosotros el encontramos con desmotivaciones causadas por la propia comunidad científica. Por lo general, uno espera encontrarse con problemas originados por las instituciones o la sociedad, pero este estudio nos ha mostrado que existen muchos problemas y serios -por la forma en la que fueron expresados-, dentro de la misma comunidad científica.

Como es lógico, la solución a estos problemas no puede surgir más que de la misma comunidad científica, y tal vez un primer paso para lograrlo sería el realizar un auto examen sobre las actitudes mencionadas: responsabilidad, ética, generosidad, apertura etc. en el desarrollo del trabajo científico.

Apelamos, con palabras de Comte, a que los científicos desarrollen ese "verdadero sacerdocio al que están llamados", que es la ciencia, y no se dejen llevar por actitudes sectarias que entorpecen su desarrollo.

b) En cuanto a las desmotivaciones originadas por las instituciones científicas, ya sea la universidad o cualquier otra, y las originadas por la sociedad,

mucho se escribe ya, por lo que, aún siendo importantes, no creemos que éste sea el mejor lugar para tratarlas. Solamente nos gustaría decir que al centrar objetivos, tomar decisiones, establecer requisitos, realizar evaluaciones, etc. las instituciones deben pensar en primer término en beneficiar a la ciencia, liberándose de criterios políticos o presiones externas de cualquier índole en la máxima medida posible. Para esto, es necesario que quien las dirige sepa a quién y hacia dónde dirige y tenga la firme intención de servir a la ciencia y no a las personas. Sin embargo hay que decir que para que una administración sea eficaz necesita de la cooperación de todos.

Para terminar sólo queremos decir que esperamos que el dar a conocer estos resultados haga que los responsables de implementar acciones y dar solución a los problemas se den cuenta de que la comunidad científica puede producir mucho más si se busca beneficiar a la ciencia y no otros intereses.

**6.6.2.2. Tema V. Pregunta 3. ¿Cree usted que las ideas de la filosofía de la ciencia se encuentren de alguna forma en su modo de ver la ciencia y hacerla?**

Al igual que la pregunta anterior, fueron 44 los investigadores que la respondieron, de un total de 70. De estos 44 investigadores, 16 se limitaron a responder que sí, y 4 que no, sin más explicaciones.

Las respuestas que abordaron este punto de manera interesante fueron las siguientes:

1. Sí. Una ciencia sin filosofía no ha existido, ni puede existir. La filosofía fue la primera ciencia.
2. No. Porque no tengo formación en esa área. Pienso que esto es una terrible carencia para alguien que se dedica a la actividad científica.
3. Sí. En la medida en que como ser humano soy susceptible a las ideas y cargas filosóficas y políticas de la sociedad a la que pertenezco.
4. Sí en mi forma de ver a la ciencia; no en mi forma de hacerla.

5. No abiertamente. Pero tal vez analizando más a fondo podría ver alguna relación con ella.

6. No lo se. No la conozco a fondo como para decirlo.

7. Creo que la mayoría de los científicos le prestan mucha atención a estos temas en alguna etapa de su educación o su carrera. Muchos la utilizan para construir una base personal para llevar a cabo sus investigaciones científicas. Otros, aún sin darse cuenta, copian esa base de otros y llevan a cabo sus investigaciones de acuerdo a esa filosofía original, de la cual pueden o no ser conscientes.

De estas respuestas podemos comentar lo siguiente:

a) Como puede verse en los comentarios 2 y 6, por lo que nos dijeron de palabra muchos de los investigadores y lo que nos han dejado ver en su conjunto los cuestionarios recibidos, las ideas de la filosofía de la ciencia no son conocidas por la gran mayoría de los miembros de la comunidad científica, aunque sí existe en general un interés por conocer un poco más de ellas.

b) Los comentarios 3 y 7 ponen de manifiesto un hecho muy importante. No es necesario conocer a fondo las ideas filosóficas sobre la ciencia para que éstas determinen en cierto modo el trabajo científico. La carga filosófica que existe en la sociedad y más concretamente en la comunidad científica, afecta directamente al trabajo del científico, ya que éste se encuentra imbuido en una matriz filosófica y cultural a cuyas ideas no se puede abstraer y que influyen en su trabajo y concepción de la ciencia.

Además de esto, toda teoría e interpretación se funda en una determinada visión del mundo. Por ejemplo, el principio de conservación de la materia y la energía implica una visión filosófica de cómo es el universo. Si ésta fuera distinta, tal vez ese principio estaría formulado en otros términos.

c) El comentario 1 pone de manifiesto este último punto. Una ciencia sin filosofía (visión filosófica del mundo) no puede existir, ya que todo resultado experimental se interpreta según un determinado modo de ver la naturaleza.

d) Algunos investigadores -sobre todo entre aquéllos que no entregaron el cuestionario resuelto- se mostraron escépticos ante las ideas de la filosofía de la ciencia. Muchos de ellos las desconocen y por eso se entiende que no tengan interés en ellas. Sin embargo es curioso el que hayan objetado la inutilidad de la

filosofía de la ciencia precisamente con argumentos filosóficos, confirmando de esta manera lo que dice el comentario 7.

e) No vemos como "terrible carencia" el no conocer las ideas de la filosofía de la ciencia según afirma el comentario 2, ya que éstas, al menos de manera implícita, se encuentran en el trabajo de todo científico y se puede hacer ciencia sin recurrir a ellas activamente como afirma el comentario 4.

f) Sin embargo, el conocer estas ideas le puede dar al científico una cultura y preparación que le serán útiles en su desarrollo no sólo como científico, sino como persona, que abarca muchos más aspectos que la pura ciencia. Nos da pie para decir esto un comentario que nos hizo uno de los investigadores con los que hablamos: "el científico no debe convertirse en un obrero de la ciencia cerrándose sólo al conocimiento científico, sino ampliar en la medida de sus posibilidades su formación en otros campos del saber con el fin de tener una visión de conjunto del panorama cultural de la humanidad, lo que le permitirá valorar y entender mejor su ciencia".

g) De las respuestas obtenidas (sobre todo en las conversaciones que tuvimos con los investigadores) podemos ver que, aunque nuestra comunidad científica conoce poco las ideas de la filosofía de la ciencia, hay una cierta inquietud por profundizar en ellas como un aspecto complementario a su formación científica. Prueba de este interés es el haber recibido 70 respuestas al cuestionario. Desgraciadamente estamos conscientes de que profundizar en su estudio es difícil para el investigador, pues es mucho el tiempo que se tiene que dedicar a los proyectos científicos, y a las demás tareas que implica su trabajo.

h) Nuestra idea acerca de que los planteamientos filosóficos se encuentran inmersos en la base de la estructura de la ciencia, aportando una imagen del mundo y la naturaleza, sobre la cual se desarrollan las teorías científicas está de acuerdo con lo expresado por muchos de los investigadores (por ejemplo comentarios 1,3,4,5,7). Esto es para nosotros una buena confirmación de que nuestro análisis de lo que es la filosofía de la ciencia no está muy alejado de la realidad, y siguiendo nuestra forma de pensar, tiene algo de verdad. (Ver secc. 3.1.3.)

i) Por último, quisiéramos comentar que el haber planteado la pregunta en esta forma no nos permitió saber si las ideas de alguna corriente epistemológica en particular realmente influyen en la forma de hacer la ciencia de los científicos de

nuestra comunidad (sobre todo en cuanto al método), punto que nos habíamos planteado como objetivo. Por el tipo de respuestas obtenidas, orientadas más bien al aspecto de la formación científica, llegamos a la conclusión de que para poder cumplir con ese objetivo la pregunta requería de otro planteamiento.

#### **6.6.2.3. Pregunta 4. Para usted, ¿hacia dónde deben dirigirse los esfuerzos de la filosofía de la ciencia para ser más provechosa para los científicos?**

De los 72 cuestionarios recibidos 39 contestaron esta pregunta. Las respuestas recibidas fueron:

1. A que la ciencia sea multidisciplinaria.
2. A una traducción del lenguaje científico al común, hasta donde sea posible.
3. Tiene que ayudar a los científicos a reflexionar sobre el valor de sus investigaciones y la razón para hacerlas.
4. Estoy de acuerdo con lo propuesto por la opción h de este tema.
5. No lo sé. No conozco la filosofía de la ciencia.
6. A encontrar una relación entre la filosofía de la ciencia y el científico mismo.
7. Debe encaminar sus esfuerzos a promover la máxima apertura de las mentes, eliminando cualquier tipo de prejuicios en el desarrollo de la actividad científica.
8. Basándose en los desarrollos de las ciencias particulares, debe desarrollar la imagen del mundo y su significado.
9. Me considero incapacitado para responder a esta pregunta.
10. Estoy de acuerdo con lo planteado en la opción f.
11. A que la estudien los científicos.
12. Deben de abrirse foros para su recreación en todas las facultades y luego trabajar en ella para poder responder a esta pregunta.
13. A estudiar cómo construir el conocimiento.
14. Estoy de acuerdo con lo que dice la opción g.

15. Hacia la correcta interpretación de la utilidad de diversos enfoques metodológicos.

16. Al análisis del lenguaje de la ciencia.

17. Tener mejor educación científica y filosófica de nuestra sociedad.

18. No lo sé. Tal vez mostrando o haciendo ver que la filosofía no es una metafísica ni especulación ociosa; así como que es imposible que seamos lo suficientemente puros para estar al margen de los procesos sociales y los relacionados con las formas de enseñar, pensar e interpretar el mundo que nos rodea.

19. Hacia la creación de una moral personal acerca del quehacer científico.

20. En la medida en que cuestione el rumbo del avance de la ciencia y su relación con el sujeto que produce ese avance, será útil y traerá beneficios y elementos de crítica.

21. La filosofía de la ciencia debe dirigirse hacia afuera de la ciencia.

22. Describiendo las relaciones y conexiones entre diferentes ciencias o diferentes campos de una ciencia, porque intercambios entre diferentes ciencias son casi siempre fructuosos. Desgraciadamente es un trabajo muy difícil.

23. Hacia la reflexión en torno a la naturaleza y relevancia del conocimiento y de las consecuencias del mismo en las diferentes facetas de la actividad humana.

24. Creo que los filósofos deberían de estudiar ciencia y no a la ciencia. Después de ser científicos podrían ser filósofos.

25. Estoy de acuerdo con lo que plantean las opciones g,h.

26. Mi opinión está reflejada por la opción g.

27. No tengo idea.

28. Lo más interesante será analizar la experiencia científica de los científicos más exitosos.

29. Soy muy escéptico en estos temas de la filosofía de la ciencia.

30. Hacia la divulgación y publicación de artículos escritos en un lenguaje normal e inteligible para todos.

31. La filosofía de la ciencia nos orienta y nos da una perspectiva del camino a seguir en la ciencia, no de cómo hacerla. En este sentido es provechosa para los científicos. El cómo hacer una investigación depende del problema y del individuo, no de la filosofía de la ciencia, aunque ésta puede darnos lineamientos generales.

32. Estoy de acuerdo con la opción g. A mi modo de ver, un científico debe ser necesariamente un filósofo, en el sentido de estudiar los conceptos básicos de la filosofía.

33. Es una reflexión que escapa a mis posibilidades de tiempo y mis intereses académicos actuales.

34. Creo que la filosofía de la ciencia es un lujo que no tiene mucho que ver en el que los científicos alcancen sus objetivos.

35. La filosofía de la ciencia puede estudiar el proceso del razonamiento, especialmente en cuanto a la creatividad. Puede estudiar la historia de la ciencia e ilustrarla de una forma constructiva. Puede ser usada para enseñar cómo se delimita el conocimiento, para lo cual tiene que liberarse de la noción arcaica de que éste está basado en la razón, pues se basa en una razón axiomática. Lo que hay que hacer es identificar los axiomas y partir de ellos. Desgraciadamente los filósofos siguen pensando que el conocimiento se explica sólo por la razón y la observación.

36. La filosofía de la ciencia debe de examinar, codificar y checar el método científico, para asegurarse que los científicos no introduzcan inconsistencias entre los principios de la investigación científica y sus prácticas. Y por otro lado a un estudio de la sociología del pensamiento científico y su influencia en el progreso de la ciencia.

37. Dado que la ética, la estética, la ciencia y la sociedad son temas que interesan a la filosofía, creo que sería muy importante encontrar las relaciones de la ciencia con cada una de estas partes a fin de comprender mejor la justificación, la validez y la utilidad de hacer ciencia, cuánta ciencia debe hacerse, cuándo la ciencia es benéfica y cuándo se vuelve en nuestra contra etc. Entonces debe tratar de incidir en la administración de la ciencia a fin de que ésta camine por rutas más cercanas a la manera en que debe apoyarse a la ciencia, al modo correcto y adecuado de evaluar su desarrollo y de impulsarlo hacia el alcance de metas científicas, pero que a su vez sean coherentes con las necesidades y anhelos propios del individuo y de la sociedad. Creo que no basta con decir qué hacemos y cómo procedemos, es necesario decir si lo que hacemos y la forma en que lo hacemos es bueno, si es ético, si es útil, si es expedito etc.

Quisimos transcribir todas las respuestas que recibimos ya que nos confirman lo dicho en la sec. 3.1. en cuanto a que tanto filósofos como científicos no están de acuerdo sobre cuáles son los temas principales que debe abordar la filosofía de la ciencia. Suponemos que esto se debe a que la ciencia es un fenómeno tan rico que su estudio debe de realizarse con la ayuda de varias disciplinas. De estas respuestas podemos comentar:

a) Como hemos dicho en el tercer capítulo de este trabajo, la filosofía de la ciencia surge cuando la filosofía estudia a la ciencia bajo su carácter más fundamental, es decir como método de conocimiento. Por lo tanto, estaremos de

acuerdo en aceptar, dentro de la filosofía de la ciencia, el estudio de cualquier aspecto relacionado con este objetivo fundamental, aunque hay que decir que, por su incidencia en ese punto, habrá aspectos más o menos importantes para la filosofía de la ciencia.

b) Algunos científicos consideran que no tienen los conocimientos suficientes como para dar una opinión en este sentido. Esta nos parece una respuesta sensata.

c) Nos parece interesante el que algunos científicos comenten que los filósofos de la ciencia deben buscar la forma de establecer un mayor contacto con los científicos, para que de esa forma se pueda establecer una relación más provechosa entre ambos.

d) Otro punto interesante de las propuestas hechas por los científicos es el de que la filosofía de la ciencia debe incidir de manera positiva en los aspectos éticos y morales relacionados con la actividad científica.

e) Por último algunos investigadores se manifestaron en el sentido de que la filosofía de la ciencia no tiene utilidad real para el científico. Según lo comentado a lo largo de todo este trabajo pensamos que esa postura se debe a una falta de conocimiento de la filosofía de la ciencia, la cual creemos tiene como principal objetivo el prestar una ayuda al científico para conocer más a fondo su propia actividad.

## **7. Conclusiones generales.**

## 7.1. Objetivos del trabajo.

Para poder presentar las conclusiones de este trabajo, explicitaremos de nuevo cuáles fueron los objetivos que nos planteamos al realizarlo.

Estos pueden resumirse en tres:

1. Dado que la filosofía de la ciencia es una disciplina extremadamente amplia, sobre cuyos principales objetivos de estudio no existe todavía un acuerdo general, nos propusimos presentar una definición de filosofía de la ciencia, fundamentando cuáles y por qué son esos objetivos. De esta forma, estableceríamos una base conceptual sobre la cual desarrollar el resto del trabajo.

2. Presentar un panorama histórico de cómo se ha desarrollado el pensamiento filosófico-científico para poder entender la filosofía de la ciencia contemporánea, sus orígenes, sus ideales, sus problemas y soluciones más características. Dentro de este objetivo podemos distinguir dos aspectos: por un lado el poder dejar a la comunidad de la Facultad de Química un trabajo que pueda servir como introducción al estudio de las ideas de la filosofía de la ciencia y, por otro lado, estar en condiciones de elaborar un cuestionario para conocer cuál es la opinión de los científicos de nuestra comunidad sobre estas ideas y saber si les son de interés y les ayudan en su labor.

3. El objetivo que perseguíamos al aplicar el cuestionario a los miembros de nuestra comunidad científica era conocer y recoger su opinión sobre temas que consideramos centrales en la filosofía de la ciencia:

- El concepto de ciencia.
- Las bases filosóficas que acompañan al concepto de ciencia.
- El método de la ciencia.
- El concepto de verdad en la ciencia.
- Objetivos de estudio y utilidad de la filosofía de la ciencia.

Al mismo tiempo nos interesaba saber si la comunidad científica se identificaba con las ideas de algún filósofo o corriente de filosofía de la ciencia en

especial ya que, como pudimos ver al estudiarlos, sus posturas sobre cada uno de estos temas son muy distintas.

Consultar la opinión de los científicos es un paso fundamental para no cometer el error de proponer una filosofía de la ciencia que se aparte de la realidad del ejercicio científico como pensamos sucede con algunos filósofos de la ciencia.

Una vez expuestos nuestros objetivos, presentaremos cuáles fueron las conclusiones obtenidas.

## **7.2. Conclusiones sobre la elaboración de una definición de filosofía de la ciencia.**

Para poder alcanzar el objetivo de elaborar una definición de filosofía de la ciencia había que partir de un punto básico: al estudiar a la ciencia, la filosofía debe hacerlo bajo su aspecto más fundamental: el que se trata de una forma de conocimiento, buscando cuál es su naturaleza, valor y objetivos.

Por lo tanto procedimos a buscar qué aspectos caracterizan a la ciencia como forma de conocimiento. Llegamos a la conclusión que la característica que identifica a la ciencia es el obtener un conocimiento de la naturaleza mediante explicaciones demostradas de sus principios y causas y, en el caso de las ciencias experimentales, el dominio controlado de la naturaleza, entendiéndose como dominio controlado no la aplicación técnica de los conocimientos obtenidos, sino la posibilidad de interrogar a la naturaleza mediante experimentos y de esta forma obtener y validar los conocimientos.

Por otro lado, todo conocimiento debe aportar un beneficio al hombre, es por esto que el estudio de la ciencia como forma de conocimiento debe poner al hombre que lo realiza en condiciones de obtener un beneficio para él en lo personal o para la sociedad en general.

Así, llegamos a proponer que la filosofía de la ciencia es una reflexión acerca de la naturaleza, el valor y los objetivos del conocimiento científico para beneficio del hombre.

Posteriormente profundizamos en el aspecto de los objetivos a los cuales debe dirigirse la filosofía de la ciencia. Esta reflexión nos llevo a proponer dos direcciones a su desarrollo:

- "La filosofía de la ciencia debe estar encaminada a estudiar cuáles son las consecuencias filosóficas de los diferentes descubrimientos científicos en cuanto a la visión del mundo".

- "La filosofía de la ciencia tiene entre sus objetos dos cuestiones fundamentales. En primer lugar, el valorar los conocimientos alcanzados por la ciencia sobre los conceptos de "hombre" y de "naturaleza", indicándole si estos son correctos o corrigiéndolos para que pueda desarrollarse coherentemente sin caer en modelos o explicaciones contrarias a la realidad de estos temas -objetos fundamentales de la filosofía- integrándolos en la cultura universal. Y en segundo lugar, valorar el alcance de estos conocimientos hablando fundamentalmente de cuál es el tipo de verdad obtenida por ellos".

Estas reflexiones fueron incluidas en el cuestionario que se entregó a la comunidad científica (tema V, opciones g,h.), siendo éstas la segunda y tercera más aceptadas por los miembros de la comunidad como posibles caminos de desarrollo de la filosofía de la ciencia. (Ver anexo 7).

### **7.3. Conclusiones sobre el estudio del panorama histórico del pensamiento filosófico y científico.**

En cuanto al segundo objetivo podemos decir que éste se cumplió con la realización del capítulo cuarto de este trabajo. Este estudio nos permitió, por una parte, entender con mayor profundidad los planteamientos de los filósofos de la ciencia y el por qué de estos planteamientos, así como las causas que dieron origen a su pensamiento: circunstancias históricas, políticas, filosóficas etc. y por otro lado el poder elaborar el cuestionario. En cuanto a la utilidad que este estudio histórico puede tener para la comunidad de nuestra facultad, es ella misma quien debe juzgarlo.

#### **7.4. Conclusiones sobre los resultados obtenidos mediante la aplicación del cuestionario a los miembros de la comunidad científica.**

En cuanto a nuestro tercer objetivo, presentaremos las conclusiones obtenidas sobre los siguientes puntos:

- a) Comentarios generales sobre el cuestionario.
- b) Las ideas que la comunidad científica expuso mediante el cuestionario.
- c) Reflexiones en torno a los resultados del cuestionario.

##### **7.4.1. Comentarios generales sobre el cuestionario.**

Se pueden hacer dos comentarios importantes:

1. Como hemos dicho, muchas de las opciones presentadas en el cuestionario necesitaban un desarrollo más amplio para poder ser interpretadas de forma clara. El tratar de presentar un gran número de ideas le restó profundidad. Sin embargo, el cuestionario fue elaborado de esta manera con el fin de alcanzar dos objetivos: saber si la comunidad científica se identificaba con alguna de estas posturas en particular y conocer cuál de los temas era de mayor interés para los científicos.

Por otro lado, presentarlas de forma más desarrollada lo hubiera hecho demasiado largo y, por lo tanto, más difícil de responder. La estructura del cuestionario es una solución de compromiso entre estos dos factores.

2. Muchas de las opciones fueron confusas para los científicos debido al lenguaje utilizado. En este sentido queremos decir que no podíamos utilizar otra terminología -a pesar de que la utilizada fuera poco conocida- ya que hubiéramos corrido el riesgo de cambiar el sentido original de cada una de las proposiciones.

Una de las primeras conclusiones que podemos sacar es que la comunidad científica está poco familiarizada con el lenguaje filosófico.

#### **7.4.2. Las ideas que la comunidad científica expuso mediante el cuestionario.**

Presentaremos ahora las conclusiones más significativas en cuanto al pensamiento de la comunidad científica sobre las ideas de filosofía de la ciencia presentadas en el cuestionario.

En cuanto a las bases filosóficas que acompañan al concepto de ciencia llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Los científicos proponen que el hombre de ciencia debe estar consciente de la existencia de normas éticas y sociales que no pueden ser vistas como un límite restrictivo, sino como guía de conducta para la labor científica.

2. Los científicos no descalifican el valor de la ética y la moral. Para ellos éstas constituyen otros modos válidos de acceso al conocimiento, que abarcan aspectos que no pueden ser estudiados por la ciencia y que complementan el conocimiento de la realidad. Para los científicos, el científicismo, que niega estas formas de conocimiento, es una postura que está muy lejos de poder describir a la ciencia.

3. La comunidad científica manifestó apoyarse en una filosofía realista al reflexionar sobre la actividad científica, en el sentido de que la realidad existe, es ordenada y el hombre tiene capacidad para conocerla. Sin embargo, algunos miembros de la comunidad científica plantean el uso de ambas filosofías, realista e idealista en el trabajo científico. La realista como marco de fondo para entender a la naturaleza afirmando su existencia ordenada y la idealista como metodología representacional en los casos en que las causas de un fenómeno no son manifiestas y tienen que ser propuestas por el mismo científico.

4. Los miembros de la comunidad científica plantean que las indeterminaciones existentes en nuestro conocimiento de la naturaleza, sobre todo a nivel micro físico, se deben a una limitación de nuestro intelecto más que a que la naturaleza sea indeterminada.

5. Hay una cierta aceptación en el sentido de que las circunstancias políticas, sociales y económicas tienen una gran influencia en el desarrollo de la ciencia.

En cuanto al método de la ciencia obtuvimos las siguientes conclusiones:

1. La comunidad científica no descarta la utilización de la inducción como procedimiento válido para obtener conocimiento. El hecho de que la inducción no sea un método lógicamente válido, no significa que no pueda darnos conocimientos reales si la apoyamos en el principio de que la naturaleza es ordenada. Dando por supuesto este orden en la naturaleza, y apoyando la inducción en hechos causales, las generalizaciones universales de hechos particulares hechas por inducción serán válidas para construir la ciencia.

2. Los científicos plantean el uso de la inducción y deducción como métodos válidos para alcanzar conocimientos. La inducción para pasar de los hechos particulares al establecimiento de leyes universales, y la deducción para de estas leyes, sacar nuevas consecuencias particulares.

3. La comunidad científica tiende a pensar que la existencia de convenciones en la ciencia no impide alcanzar conocimientos. De hecho, gran parte de los principios de la ciencia se basan en convenciones que no quitan validez a los conocimientos alcanzados por ella.

En cuanto al concepto y criterios de verdad en la ciencia llegamos a las siguientes conclusiones:

1. La comunidad científica no se pronunció a favor de alguna postura con respecto al concepto de verdad en general.

2. La comunidad parece aceptar como criterio de verdad en la ciencia el control experimental. No obstante, para admitir este criterio se necesita que el control experimental cumpla con ciertos requisitos que lo hagan realmente válido, como pueden ser su correcta interpretación, su obtención mediante procedimientos rigurosos, su clara observación etc.

3. La comunidad científica utiliza otros dos criterios de verdad muy importantes: la coherencia interna de la misma teoría y el acuerdo y coherencia con otros marcos teóricos.

4. No fueron aceptados como criterios de verdad el que las teorías científicas tengan consecuencias prácticas, el que exista consenso en alguna por parte de la comunidad científica y el rigor lógico de las teorías.

5. Mediante el cuestionario no pudimos saber cuál es la posición de la comunidad científica en cuanto a si las convenciones existentes en la ciencia permiten o no probar la verdad de las teorías científicas.

6. La idea más aceptada por la comunidad científica para explicar el concepto de verdad fue la de Mariano Artigas que dice: "La verdad de la ciencia es real, pero contextual. Es decir, es real ya que nos dice algo sobre la naturaleza, pero contextual ya que está referida siempre al marco teórico utilizado, que tiene unos conceptos, métodos, principios, estipulaciones y leyes bien definidas. Es verdad sólo dentro de ese marco teórico y posiblemente no dentro de otro. La garantía de que es real radica en el control experimental que la comprueba."

En cuanto a los objetivos de estudio y utilidad de la filosofía de la ciencia obtuvimos estas conclusiones:

1. No pudimos encontrar consenso por parte de la comunidad científica en cuanto a cuáles deben ser los objetivos de la filosofía de la ciencia. Muchas de las opciones presentadas fueron calificadas como aspectos parciales de lo que la filosofía de la ciencia es.

2. La comunidad científica considera que la filosofía de la ciencia sí tiene interés y que de una u otra forma es útil para los científicos.

3. La opción más aceptada fue la que plantea que la filosofía de la ciencia debe tener como objeto de estudio la naturaleza y el valor de las demostraciones científicas.

4. La comunidad científica considera provechosas para la ciencia a las ideas filosóficas.

### **7.4.3. Reflexiones en torno a los resultados del cuestionario.**

1. La estructura de este trabajo fue evolucionando al ritmo de nuestra propia comprensión de los temas fundamentales de la filosofía de la ciencia. Ahora nos damos cuenta de que los temas abordados fueron demasiado amplios, restándole profundidad al estudio de cada uno de ellos.

Sin embargo, esta estructura refleja nuestras inquietudes sobre el tema y ahí radica su valor.

2. Esta investigación cumplió con uno de los objetivos que nos habíamos planteado: el tener una visión de los fundamentos de la filosofía de la ciencia y sus diferentes planteamientos a lo largo de la historia y producir un trabajo con carácter didáctico que pueda ser de utilidad para una facultad en donde, a nivel licenciatura, no se ha desarrollado.

3. El cuestionario resultó ser largo por el hecho de abarcar tantos temas e incluir las diferentes posturas que encontramos de cada uno de ellos, con el fin de someterlas a contraste por parte de los investigadores. Por otro lado, sentíamos la necesidad de utilizar el cuestionario para encontrar cuáles eran las inquietudes de los científicos sobre cada uno de los temas.

4. Creemos que de lo más valioso de nuestro trabajo fue el haber recogido los comentarios de los investigadores, que deben ser oídos por todo aquél que quiera hacer filosofía de la ciencia. Pensamos que no se puede desarrollar un estudio de estos temas sin tomar en cuenta la experiencia de aquéllos que están involucrados en el trabajo científico. Además de que servirán para que quien los conozca amplíe su criterio

5. Una de las conclusiones más importantes que queremos plantear es el que los científicos muchas veces se muestran escépticos sobre las ideas de la filosofía de la ciencia ya que éstas se elaboran con esquemas conceptuales que muchas veces, habiendo iniciado con una buena observación sobre la ciencia, plantean concepciones demasiado rígidas que los científicos no están dispuestos a aceptar, afirmando que la ciencia es mucho más rica que la descrita por esa concepción. Podemos decir que la comunidad científica pondera las diferentes visiones de la ciencia dadas por los filósofos de la ciencia contemporáneos, tomando los aspectos que consideran correctos, pero sin identificarse plenamente con ninguna de ellas.

No se puede pensar en un modelo de ciencia y crear una filosofía para justificarlo. Más bien la filosofía debe estudiar la realidad de la ciencia y hacer aportaciones que la enriquezcan.

6. La mayor satisfacción que tuvimos fue la buena aceptación, por parte de los científicos, de nuestras propuestas sobre el concepto de ciencia, el método científico y la utilidad de la filosofía de la ciencia. Nuestro proceder fue el tratar de describir a la ciencia tal y como la percibimos, sin tratar de ajustarla a alguna idea preconcebida. Pensamos que estar iniciando nuestra formación tanto filosófica como científica nos permitió mantenernos ajenos a ideas preconcebidas y tratar de dar una visión lo menos influenciada posible.

7. Desde un principio nos cuestionamos por qué el estudio de la filosofía de la ciencia no interesa a los científicos a pesar de poder ser una herramienta de gran utilidad. Creemos que la respuesta es que la filosofía de la ciencia no satisface las expectativas que el científico tiene sobre un estudio de la ciencia. No es que no exista un interés por estos temas; de hecho nos sorprendió el gran interés que hay por parte de los científicos, sino que la filosofía de la ciencia ha presentado al científico descripciones parciales de la ciencia.

8. La elaboración del cuestionario pasó por varias etapas. Al reflexionar sobre los resultados obtenidos, nos hemos dado cuenta que la versión anterior del cuestionario, que incluía un mayor número de preguntas directas, hubiera sido de más utilidad para obtener resultados, ya que de esa forma, los científicos hubieran vertido con más libertad su propio pensamiento, al no tener que señarse a escoger entre las opciones presentadas que, como hemos dicho, en ocasiones no fueron entendidas o requerían de un contexto mayor. Nos dimos cuenta de esto al ver que los resultados más interesantes los obtuvimos de las pocas preguntas directas que se

dejaron y de las secciones de comentarios personales, en donde los científicos expusieron su pensamiento con más libertad. En el anexo 8 se presenta la primera versión del cuestionario, que fue modificada posteriormente.

Esta modificación se realizó ya que nuestro objetivo era recibir la mayor cantidad de cuestionarios resueltos, y pensábamos que un cuestionario con tantas preguntas abiertas no sería resuelto por los miembros de la comunidad científica.

Como hemos dicho había que jugar con estos dos factores, sin embargo, ahora creemos que se podían haber conseguido ambas cosas.

#### **7.4.4. Epílogo.**

##### **Introducción.**

Al finalizar nuestro trabajo y recibir algunas observaciones sobre él, nos hemos dado cuenta de que, de haber incluido dentro de nuestro estudio algunas otras posturas filosóficas, hubiéramos obtenido un trabajo más completo, que nos hubiera permitido hacer un análisis más rico de los resultados y nos hubiera ayudado a validar muchos de los planteamientos que realizamos.

La omisión de estas posturas se debió a que era necesario realizar este estudio en un terreno lo más conocido y homogéneo posible -la filosofía analítica- para poder entender todos los pasos que había que dar en el trabajo de contrastar las ideas filosóficas con la práctica científica actual. De ninguna manera se pretendió eliminar la filosofía dialéctica o cualquier otra por considerarlas de menor valor.

Es por esto que esta reflexión, presentada como epílogo, tiene la misión de iniciarnos en el estudio de la filosofía dialéctica para valorar cuál hubiera sido el impacto de estas posturas en nuestro criterio y en la elaboración e interpretación del cuestionario.

Para tener elementos de juicio se decidió leer dos autores, Gaston Bachelard y Jean Piaget como representantes de dos corrientes filosóficas que no fueron incluidas en nuestro estudio.

Presentamos a continuación rasgos importantes del pensamiento filosófico de estos dos autores, para posteriormente hacer el balance de cómo pudieron haber influido en nuestro trabajo.

## **La epistemología de Gaston Bachelard.**

Bachelard plantea que la ciencia no tiene la filosofía que se merece, ésta siempre ha ido retrasada con respecto a los cambios en el saber científico. A la filosofía de los filósofos, caracterizada por su inmovilidad, unidad y clausura, Bachelard trata de oponer la filosofía producida por la ciencia que tiene como rasgos distintivos la falta de unidad, apertura e historicidad.

La filosofía de la ciencia debe ser dispersiva, distribuida, abierta; en donde no existan principios intangibles y verdades consideradas como totales y adquiridas.

Para Bachelard, el espíritu posee una estructura variable, puesto que el conocimiento tiene una historia, y si el conocimiento tiene una historia, entonces el instrumento para las investigaciones de filosofía de la ciencia no es -como en el caso de los neopositivistas- la lógica, sino la historia de la ciencia, concebida como una identificación de las fases efectivamente atravesadas por el desarrollo del saber científico.

Bachelard no abraja prejuicios antifilosóficos o antimetafísicos en nombre de la ciencia. Se opone a la filosofía que no sea contemporánea de la ciencia.

Podemos decir que los rasgos fundamentales del pensamiento de Bachelard son:

1. El filósofo debe ser contemporáneo de la ciencia de su propia época.
2. Tanto el empirismo como el racionalismo idealista son incapaces de explicar la real y efectiva práctica científica.
3. La ciencia es un acontecimiento esencialmente histórico.
4. La ciencia posee un ineludible carácter social.

De la lectura de Bachelard queremos destacar algunas ideas que consideramos son de importancia y que podrían haber modificado la formulación del cuestionario y el análisis de las respuestas obtenidas:

La noción de "perfil epistemológico", según la cual los conceptos o ideas no corresponden a un marco cognoscitivo único y cerrado, sino que forman parte de un marco cognoscitivo en evolución, en donde los conceptos formulados en cada uno de los estadios de esta evolución coexisten, y en donde las formulaciones más elaboradas tratan de eliminar aquellas formulaciones primitivas. Esta es una visión dinámica y no estática del conocimiento científico.

Por otro lado la noción de "trayectoria del conocimiento", la cual implica que, para poder conocer lo que la filosofía analítica llama "substancia", sería necesario estudiarla bajo su aspecto dinámico y cambiante, y no como algo bien caracterizado -como lo hacen la filosofía realista y empirista-. Esta postura permitiría conocer las substancias de una manera abierta y más rica, ya que se conocerían mediante sus relaciones con otras, que es como en realidad se encuentran.

Pensamos que algunas de las consecuencias que podían haberse derivado al incluir y profundizar en esta visión de la filosofía de la ciencia en nuestro trabajo serían:

-Una de las conclusiones más importantes del trabajo fue el plantear que las distintas filosofías de la ciencia no han sido aceptadas por los científicos por tratarse de posturas que se aplican en campos muy reducidos de la ciencia y que han tratado de ser generalizadas para explicar su totalidad (ver secc. 7.4.3. p. 197, No. 7). Esta misma crítica la hemos encontrado en los planteamientos de Gaston Bachelard que afirma que el conocimiento científico debe ser abierto y de ninguna manera puede pretender llegar a afirmaciones cerradas y dogmáticas sobre la naturaleza y el mundo, sino que más bien, la función del científico y del filósofo de la ciencia debe ser el conjuntar los distintos conocimientos, articulándolos de tal manera que pueda llegarse a una nueva síntesis de conocimientos que lleve a un verdadero avance. De esta forma, la concepción bachelardiana nos hubiera ayudado a fundamentar y formular de manera más precisa esta conclusión sacada de nuestro estudio.

- La noción de "trayectoria de conocimiento" es una idea totalmente distinta a las presentadas en el cuestionario, ya que corresponde al modo dialéctico de conocer, fundamentado en conceptos, ideas y métodos diferentes de los que estudiamos. El haberla incluido hubiera completado el panorama del cuestionario en cuanto al desarrollo del conocimiento científico y su método.

- Bachelard hace énfasis en que la verdadera filosofía de la ciencia debe surgir de los científicos, únicos capacitados para llevarla a cabo, por ser ellos quienes la realizan y están en contacto íntimo con la dinamicidad y evolución de la ciencia, evitándose de ese modo la creación de una filosofía de la ciencia obsoleta por no basarse en los mismos desarrollos científicos. Muchos comentarios, recibidos en el cuestionario están orientados en el mismo sentido. Pensamos que el haber incluido esta postura en el cuestionario nos hubiera permitido no sólo recibir estos comentarios por parte de los científicos, sino haber obtenido respuestas directas que profundizaran en esta cuestión.

- La inclusión de estas ideas en el cuestionario, hubiera ampliado las distintas posturas filosóficas que se presentaron y seguramente pudieron haber sido elegidas por los científicos para explicar lo que debe ser la filosofía de la ciencia, y hubiera ampliado nuestro criterio a la hora de analizar las respuestas obtenidas.

### **La epistemología genética de Jean Piaget.**

La epistemología genética se ocupa de la formación y del significado del conocimiento y de los medios a través de los cuales la mente humana pasa desde un nivel de conocimiento inferior hasta otro, juzgado como superior.

La hipótesis fundamental de la epistemología genética es que existe un paralelismo entre el progreso efectuado y la organización racional y lógica del conocimiento, por un lado, y los correspondientes procesos psicológicos formativos, por el otro.

Piaget sostiene que cualquier investigación de psicología científica debe partir del desarrollo, y que la formación de los mecanismos mentales en el niño puede explicar su naturaleza y su funcionamiento incluso en el adulto. El objetivo esencial de la psicología infantil se configura, por lo tanto, como el de construir un método explicativo para la psicología científica en general, o en otras palabras, dar la indispensable dimensión genética a la solución de todos los problemas mentales. Esta dimensión genética es indispensable porque en la esfera de la inteligencia resulta imposible suministrar una interpretación psicológica exacta de las operaciones lógicas, de los conceptos de número, espacio, tiempo, sin estudiar previamente el desarrollo de tales operaciones y conceptos.

Piaget afirma: "Es posible que las leyes psicológicas establecidas con base en nuestros métodos delimitados, se transformen en leyes epistemológicas establecidas con base en el análisis de la historia de la ciencia: la eliminación del realismo, del substancialismo, el desarrollo del relativismo, etc., son en todos los casos leyes evolutivas que parecen ajustarse al desarrollo del niño y también el del pensamiento científico".

Las investigaciones de Piaget muestran que muchas de las estructuras mentales -como pueden ser las lógico-matemáticas- no se dan a cualquier edad y por lo tanto no son innatas. Sin embargo hay un desarrollo de estructuras definidas que es innato o preformado. Las funciones cognoscitivas constituyen una prolongación de las regulaciones orgánicas.

Consideramos que las aportaciones principales del pensamiento de Piaget a nuestro trabajo serían:

- La concepción piagetiana sobre el desarrollo de las estructuras mentales, que afirma la existencia de procesos de conocimiento definidos, desarrollados a partir de la misma constitución físico-biológica del ser humano, habría sido de mucho provecho para plantear en el cuestionario una serie de opciones sobre lo que es el método científico y sobre todo para fundamentar de una manera más clara nuestra idea de que, el método posee dos características importantes: por un lado una gran libertad en su uso y en el origen de los conocimientos científicos y por otro lado, la existencias de procesos mentales definidos que permiten la obtención de los conocimientos (ver secc. 6.4.8.).

- Es por esto que las aportaciones más importantes de Piaget a nuestro trabajo estarían enfocadas al estudio de método científico, su estructura, desarrollo, procesos etc., y el haber estudiado más a fondo esta relación genético-epistemológica del desarrollo del conocimiento, para valorar cuál es la influencia del desarrollo físico-mental con el desarrollo de la ciencia.

### **Comentario final.**

Después de este estudio hemos visto que, para completar el trabajo realizado en esta tesis, es necesario profundizar en algunas posturas filosóficas que se han mostrado fecundas y aportadoras de importantes ideas para entender los principios básicos de la filosofía de la ciencia.

Sin embargo, al tratarse de filosofías totalmente distintas a las que estudiamos durante un período de tiempo tan grande, es difícil llegar a vislumbrar todo su alcance en nuestro trabajo, ya que para lograrlo es necesario que continuemos de una manera sistemática su estudio, para poder entender sus principios básicos, su metodología y logros más característicos.

Indudablemente que nuestro trabajo se hubiera visto enriquecido con el estudio de estas posturas, pero el habernos enfrentado a ellas, aun al final de él, ha fortalecido nuestro criterio y comprensión de lo que es la filosofía de la ciencia.

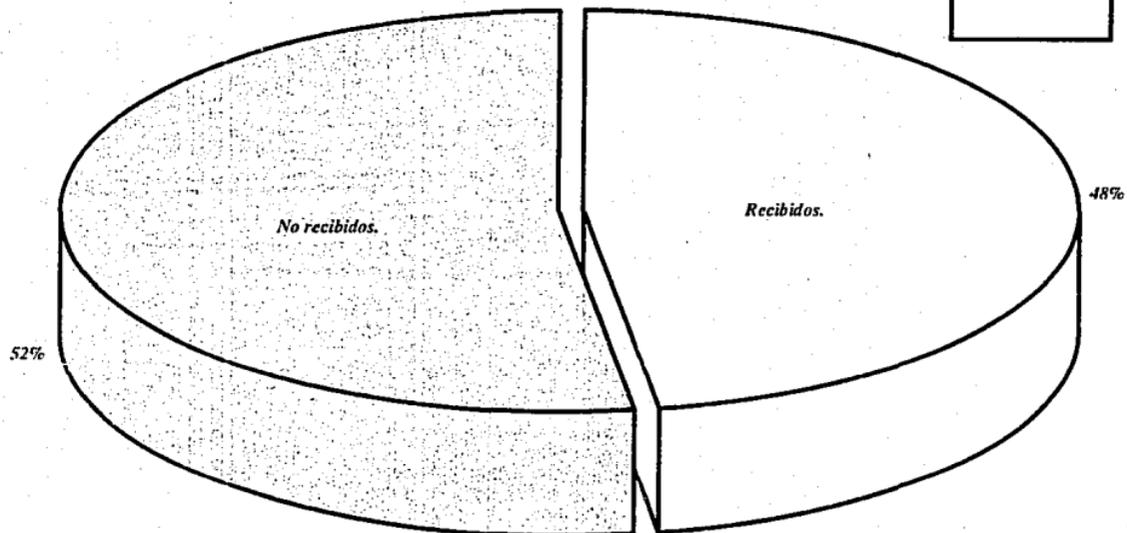
Pensamos que el no haber incluido estas posturas no demerita en modo alguno el trabajo hecho, que nos llevó a adentrarnos en este campo del conocimiento y que nos permitió llegar a resultados que no dudamos serán de gran interés y utilidad para una facultad que siente, cada vez más, la necesidad de formar a sus alumnos en campos humanísticos como éste, ya que formar profesionistas requiere de formar a las personas en todos los ámbitos del conocimiento, hacer universitarios.

Agradecemos a todos los que nos han ayudado en la realización de este trabajo con su apoyo, sus ideas, sus críticas constructivas, ya que sin el interés que toda la comunidad de nuestra facultad nos mostró, no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

## **8. Anexos.**

*Total de cuestionarios.*

*Total: 151.  
Recibidos: 72.  
No recibidos: 79.*



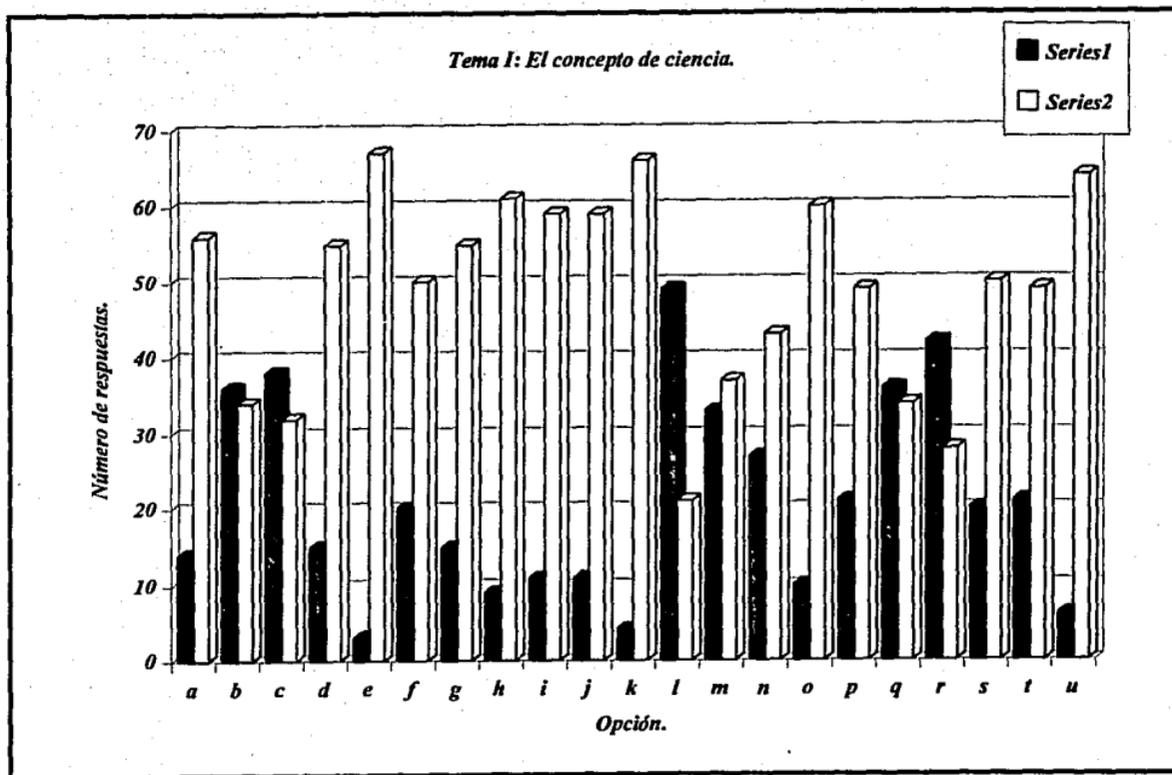
*8.1. Anexo 1. Cuestionarios entregados y recibidos.*

8.2. Anexo 2. Agradecemos a los siguientes investigadores por su valiosa cooperación en este trabajo.

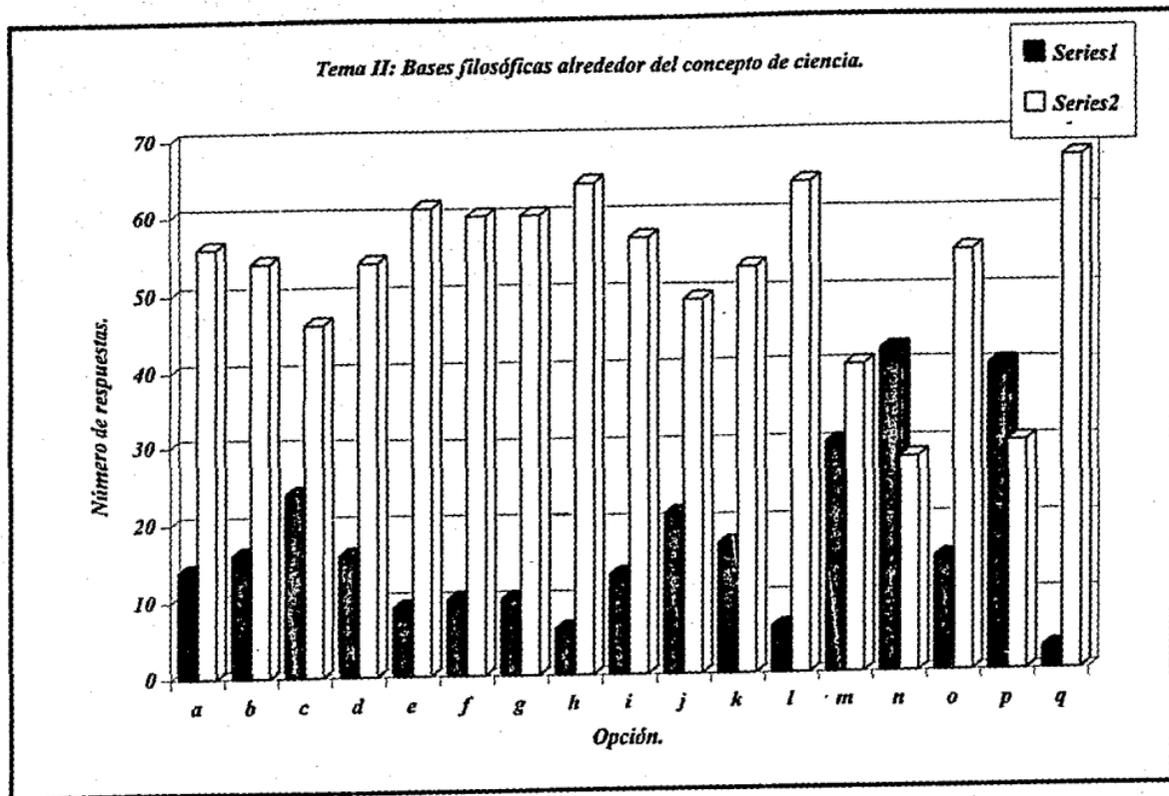
Adrián Benítez Patricio.	Facultad de Química. UNAM.
Adriana Ortiz López.	Facultad de Química. UNAM.
Alain Penicaud.	Universidad de París-Sur. Ossay, Francia.
Alberto Urbina del Razo.	Facultad de Química. UNAM.
Alejandro Baeza Reyes.	Facultad de Química. UNAM.
Alejandro Mendoza Allende.	Instituto de Física. UNAM.
Alejandro Pisanty Baruch.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Alexandre Michtchenko.	Instituto de Química-Física. Moscú, Rusia.
Alvaro Osornio.	Instituto Nacional de Cancerología.
Amelia Farrés González.	Facultad de Química. UNAM.
Andoni Garritz Ruiz.	Facultad de Química. UNAM.
Andrea Aburto Espina.	Instituto de Investigación en Materiales. UNAM.
Armando Cabrera Ortiz.	Instituto de Química. UNAM.
Carlos Amador Bedolla.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Cristian Silvestru.	Universidad Babes-Bolyai. Cluj-Napoca, Rumania.
Christopher Wolverton.	National Renewable Energy Laboratory. CO, EUA.
David J. Singh.	Naval Research Laboratory. Washington D.C., EUA.
Edmundo Brito de la Fuente.	Facultad de Química. UNAM.
Eduardo Barzana García.	Facultad de Química. UNAM.
Eduardo Cortés Cortés.	Instituto de Química. UNAM.
Eduardo Díaz Torres.	Instituto de Química. UNAM.
Ernesto Zeller Epsen.	Facultad de Química. UNAM.
Eugenio Ley Koo.	Instituto de Física. UNAM.
Federico García Jiménez.	Instituto de Química. UNAM.
Fernando Colmenares Landín.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Francisco Giral G.	Facultad de Química. UNAM.
Francisco Yuste Lopez.	Instituto de Química. UNAM.
Georgii G. Lazarev.	Instituto de Química-Física. Moscú, Rusia.
Guillermina Burillo Amezcua.	Instituto de Ciencias Nucleares. UNAM.
Guillermo Delgado Lamas.	Instituto de Química. UNAM.
Gustavo García de la Mora.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Hector Torres D.	Facultad de Química. UNAM.
Herminia Loza Tavera.	Facultad de Química. UNAM.
Ionel Haiduc.	Universidad Babes-Bolyai. Cluj-Napoca, Rumania.
Irma Ofelia Bernal Lugo.	Facultad de Química. UNAM.
Joan Genesca Llongueras.	Facultad de Química. UNAM.
Joaquín Palacios Alquicira.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
John Ferrante.	NASA Lewis Research Center. Cleveland, OH, EUA.
Jorge Ramirez Solís.	Facultad de Química. UNAM.
Jorge Vázquez Ramos.	Facultad de Química. UNAM.

8.2. Anexo 2. Agradecemos a los siguientes investigadores por su valiosa cooperación en este trabajo.

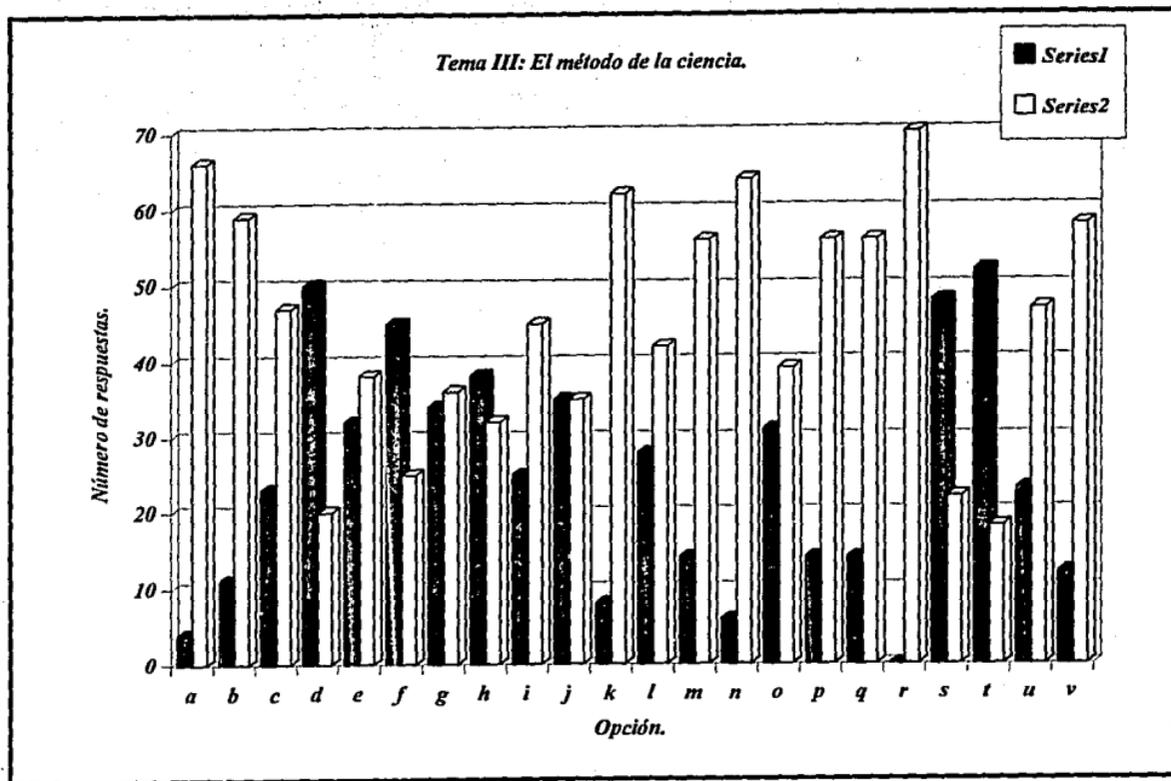
José Antonio Barrera Godínez.	Facultad de Química. UNAM.
Luis Cabrera Mosqueda.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Luis Cedeño Caero.	Facultad de Química. UNAM.
Luis Miguel Trejo Candelas.	Facultad de Química. UNAM.
Luz Elena Vera Avila.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Manuel Jiménez Estrada.	Facultad de Química. UNAM.
Manuel Navarrete Tejero.	Facultad de Química. UNAM.
Marcel Sluiter.	Tohoku University. Sendai, Japón.
Marcos Moshinsky.	Instituto de Física. UNAM.
María del Carmen Rivera Muñoz.	Facultad de Química. UNAM.
María del Carmen Wachter Rodarte.	Facultad de Química. UNAM.
María Eugenia Costas Basín.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
María Guadalupe Albarrán Sánchez.	Instituto de Ciencias Nucleares. UNAM.
Marina Gavilanes Ruiz.	Facultad de Química. UNAM.
Mark Needels.	Lawrence Livermore National Laboratory. EUA.
Miguel Costas Basín.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Mikhail Kramov.	Instituto de Catálisis. Novosibirsk, Rusia.
Octavio Manero Brito.	Instituto de Investigación en Materiales. UNAM.
Orest Pizio.	Academia de la Ciencia. Ucrania.
Patricia Quintana Owen.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Philip Sterne.	University of California. Davis. EUA.
Pierre Mello Picco.	Instituto de Física. UNAM.
Plinio Sosa Fernandez.	División de Est. de Posgrado. Fac. de Química. UNAM.
Rachel Mata Essayag.	Facultad de Química. UNAM.
Rafael Barrio.	Instituto de Física. UNAM.
Raúl Aguilar Caballero.	Facultad de Química. UNAM.
Raymundo Cea Olivares.	Instituto de Química. UNAM.
Renato Lemus Casillas.	Instituto de Ciencias Nucleares. UNAM.
Robert G. Brown.	Duke University. EUA.
Roberto Salcedo Pintos.	Instituto de Investigación en Materiales, UNAM.
Rogelio Rodríguez Sotres.	Facultad de Química. UNAM.
Rubén Alfredo Toscano.	Instituto de Química. UNAM.
Rubén Barrera Pérez.	Instituto de Física. UNAM.
Rubén Sánchez Obregón.	Instituto de Química. UNAM.
Silvain Bernes.	Universidad Pierre y Marie Curie. Paris, Francia.
Silvia Pérez Casas.	Facultad de Química. UNAM.
Victor Castaño Meneses.	Instituto de Física. UNAM.



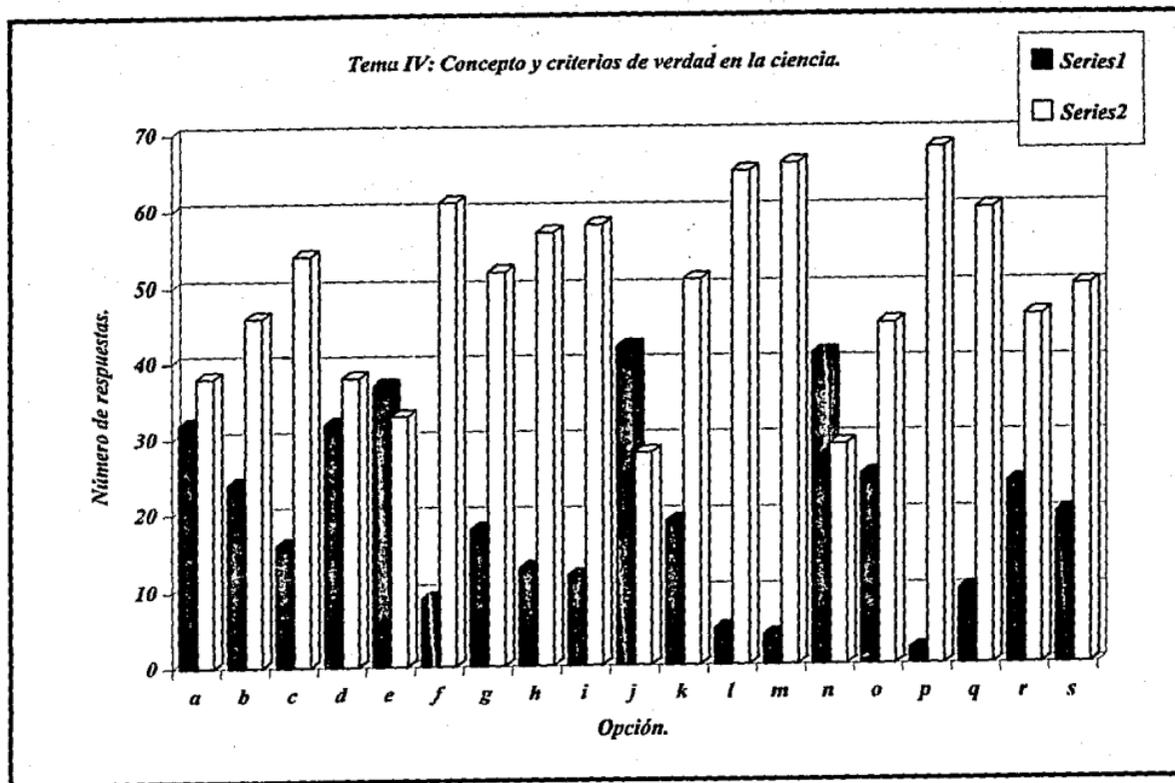
**8.3. Anexo 3. Respuestas al tema I. Serie 1: Elegida. Serie 2: No elegida.**



8.4. Anexo 4. Respuestas al tema II. Serie 1: Elegida. Serie 2: No elegida.

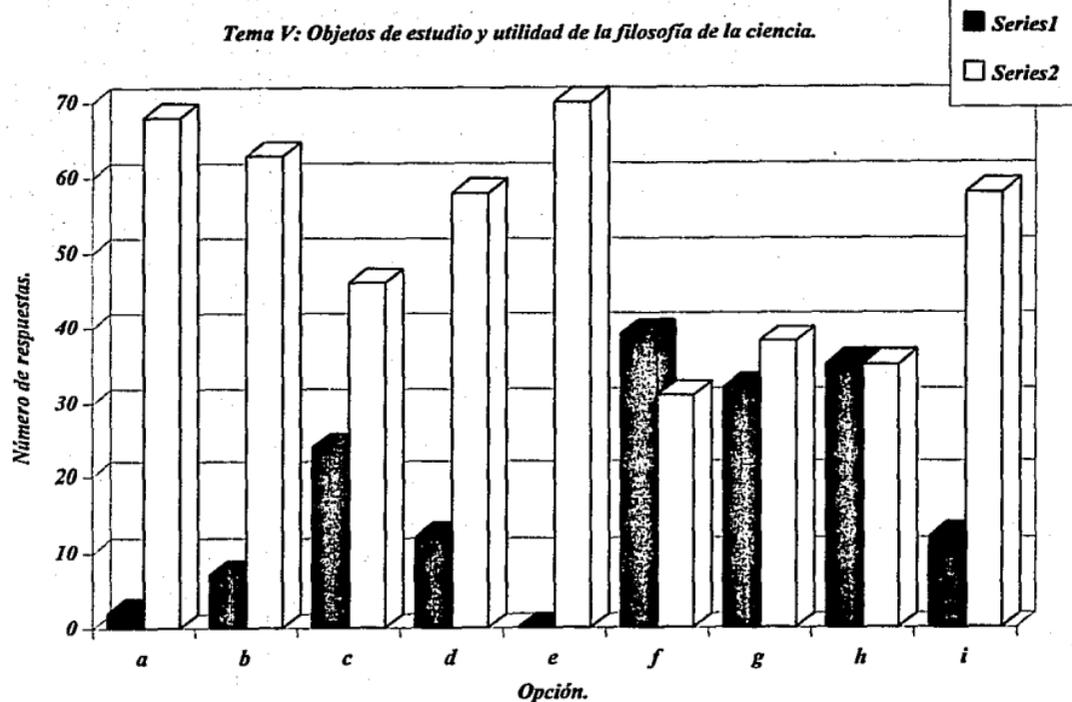


8.5. Anexo 5. Respuestas al tema III. Serie 1: Elegida. Serie 2: No elegida.



**8.6. Anexo 6. Respuestas al tema IV. Serie 1: Elegida. Serie 2: No elegida.**

*Tema V: Objetos de estudio y utilidad de la filosofía de la ciencia.*



*8.7. Anexo 7. Respuestas al tema V. Serie 1: Elegida. Serie 2: No elegida.*

8.8. Anexo 8. Primera versión del cuestionario.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.  
FACULTAD DE QUIMICA.

TRABAJO DE INVESTIGACION  
LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA. ¿UNA NUEVA VISION?

CUESTIONARIO.

TEMA I: El concepto de ciencia.

Parte I.

1: De las siguientes afirmaciones, marque aquéllas que se identifiquen más con la visión que tiene usted de la ciencia. Si cree conveniente añadir otras o hacer alguna matización o algún comentario hágalo por favor.

\_\_\_ a) La ciencia nos proporciona modelos útiles, pero no conocimientos verdaderos. (Instrumentalismo).

\_\_\_ b) Las circunstancias sociales, políticas y económicas son las que dirigen el desarrollo de la ciencia. (Externalismo).

\_\_\_ c) Lo que otorga validez a la ciencia son sus propios objetivos, métodos, resultados y criterios; y no aspectos externos a ella. (Internalismo).

\_\_\_ d) Los procedimientos de las ciencias son los únicos válidos para obtener un conocimiento auténtico de la realidad. (Cientificismo).

\_\_\_ e) La Metafísica y la Ética no tienen valor pues no usan el método de la ciencia. (Círculo de Viena).

\_\_\_ f) La comunidad científica se constituye en torno a una teoría que se establece como modelo ejemplar, para tratar de encontrar las consecuencias que se derivan de ella. (T. Kuhn)<sup>2</sup>.

\_\_\_ g) El paso de una teoría ejemplar a otra, no implica progreso hasta que la nueva dé resultados. (T. Kuhn).<sup>3</sup>

\_\_\_ h) La ciencia es una competencia entre dos o más "Programas Científicos de Investigación" rivales, para ver cuál de ellos explica mejor los hechos observados; y no sólo la competencia entre dos teorías paradigmáticas. Entendiendo por "Programa Científico de Investigación" una sucesión de teorías T1, T2, T3... que se desarrollan desde un núcleo central que, por decisión metodológica se mantiene infalsable. Estos programas permiten anticipar hechos nuevos y nuevas teorías auxiliares. (I. Lakatos).

\_\_\_ i) Es imposible describir cómo avanza la ciencia, y cómo debe hacerse; ya que lo que impera es un anarquismo en donde todo método o idea es válida para construir la ciencia. (P. Feyerabend).

\_\_\_ j) El progreso de la ciencia no se verifica por cambios de paradigma ni por cambios en programas científicos de investigación, sino mediante la competencia de "Tradiciones de Investigación" para ver cuál de ellas resuelve un mayor número de problemas. Entendiendo por "Tradicción de Investigación" un conjunto de teorías contemporáneas entre sí, o que se suceden en el tiempo; caracterizadas por esfuerzos metafísicos y metodológicos que la distinguen de las demás tradiciones; que pasan por un número de formulaciones distintas y detalladas, a veces contradictorias; proporcionando un conjunto de directrices para construir teorías específicas. (L. Laudan).

\_\_\_ k) Las reglas y métodos de la ciencia deben de ser aplicadas a otros ámbitos como la política y la moral, para que éstas últimas sean tan sólidas como la ciencia. (T. Hobbes).

\_\_\_ l) La ciencia es conocimiento demostrativo. Conocer las causas y las esencias de las cosas. (Aristóteles).

---

2. Voluntariamente hemos omitido la palabra "paradigma", utilizada por Kuhn, y la hemos substituido por "modelo ejemplar" para evitar alguna influencia por ser un término muy conocido.

3. Por el mismo motivo hemos substituido "paradigma" por "teoría ejemplar".

\_\_\_ m) Los dos objetivos de la ciencia son: El conocimiento de la naturaleza, y su dominio controlado. (M. Artigas).

\_\_\_ n) Lo que frena el desarrollo de la ciencia es la aceptación de autoridades, costumbres, opiniones, estructuras o convenciones. (R. Bacon).

\_\_\_ o) La ciencia surge no de la adecuación del razonamiento con la realidad, sino por la verificación de las proposiciones hechas mediante las leyes de la lógica. (G. Ockham).

\_\_\_ p) El objetivo de la ciencia debe ser llevar sus resultados a la práctica. (F. Bacon). Ser útil, poder aplicarse. Tiene que buscar las leyes de los fenómenos para modificarlos en beneficio nuestro. (A. Comte).

\_\_\_ q) En la ciencia existen convenciones hechas por el hombre, pero esto no impide el conocimiento. (H. Poincaré).

Comentarios:

## Parte II.

Por favor responda las siguientes preguntas. Si tiene algún comentario o matización que hacer por favor hágalo.

2. ¿Qué características distinguen a la ciencia de las demás actividades cognoscitivas del hombre?

3. ¿Tiene la ciencia objetivos generales que la caractericen? ¿Cuáles cree usted que sean estos?

4. ¿Cree usted que el éxito de la ciencia en cuanto a su aplicación técnica nos ha llevado a tener un concepto de ciencia instrumentalista o pragmático?

5. Si las teorías científicas son sólo teorías, ¿por qué se divulgan como verdades absolutas? o ¿realmente son verdades?

6. ¿Con qué fin se institucionaliza la actividad científica?

7. ¿Qué objetivos busca usted al hacer ciencia?

8. ¿Qué lo motiva y qué lo desmotiva a seguir trabajando como científico?

9. ¿Qué concepto tiene usted de ciencia?

Comentarios:

TEMA II: Bases filosóficas alrededor del concepto de ciencia.

Parte I.

1. De las siguientes ideas filosóficas que hemos encontrado en la base de los desarrollos del concepto de ciencia, marque aquéllas con las que usted esté de acuerdo. Si lo desea puede añadir otras que usted considere importantes así como hacer las matizaciones y comentarios que crea importantes.

\_\_\_ a) El hombre conoce lo real, lo que está fuera de él, tal y como es en la naturaleza. (Presocráticos).

\_\_\_ b) La razón puede llegar al descubrimiento de toda verdad posible. (R. Descartes).

\_\_\_ c) La experiencia -observación- está subordinada a la razón. (R. Descartes).

\_\_\_ d) Las ideas proceden de la experiencia y por lo tanto, ésta constituye el límite infranqueable de todo posible conocimiento. (J. Locke).

\_\_\_ e) El sujeto al conocer no descubre las leyes del objeto, sino que el objeto se adapta a las leyes del entendimiento del sujeto. (E. Kant).

\_\_\_ f) Conocer es recordar lo que nuestra mente tiene ya inscrito. El conocimiento es el recordar o reemerger de las ideas. (Platón).

\_\_\_ g) De las cosas conocemos lo que nosotros hemos puesto en ellas. (E. Kant).

\_\_\_ h) Una conclusión que se halle en contradicción con el testimonio de nuestros sentidos, no puede ser creída. (A. Magno).

\_\_\_ i) Sólo conocemos aquello que nos permite conocer la ciencia. Es el único método de conocimiento. (Círculo de Viena).

\_\_\_ j) La realidad última de las cosas y el universo, es incognoscible. (H. Spencer).

\_\_\_ k) El conocimiento es una adaptación biológica del hombre a los hechos de la experiencia. (E. Mach).

Comentarios:

## Parte II.

Por favor responda a las siguientes preguntas. Haga todos los comentarios y matizaciones que considere oportunos.

2. La indeterminación que observamos en la naturaleza ¿es propiedad de ésta, o es una deficiencia en su conocimiento por parte del hombre?

3. ¿Es posible llegar a conocer la realidad en su totalidad, o sólo podemos aproximarnos progresivamente, sin alcanzar esa totalidad?

4. ¿Existe un orden natural objetivo que trata de ser conocido por la ciencia?

5. ¿Cree usted que la ciencia esté apoyada en una filosofía realista, en el sentido de que afirma que existe una realidad ordenada; que ésta es cognoscible y que el hombre tiene capacidad de conocerla. O se apoya en otro marco filosófico, por ejemplo el idealista por el cual, es el hombre quien otorga el orden a la naturaleza mediante las categorías del intelecto y de esta forma la conoce?

6. Las ideas filosóficas ¿son un impulso o un lastre para la ciencia?

7. ¿Con qué marco filosófico está usted de acuerdo?

Comentarios:

### TEMA III: El método de la ciencia.

#### Parte I.

1. De las siguientes afirmaciones relacionadas con el método científico, marque aquellas con las que usted esté de acuerdo. Si lo desea puede añadir otras y hacer las matizaciones y comentarios que crea convenientes.

\_\_\_ a) Todas las ciencias son exclusivamente inductivas. (J.S. Mill).

\_\_\_ b) La inducción no existe, ya que lógicamente no es posible pasar de la observación de muchos casos particulares a una generalización universal. Lo que existe es un método deductivo de la prueba. (K. Popper).

\_\_\_ c) Hay leyes universales que se elevan a la categoría de principios que ya no se someten al control de la experiencia. (H. Poincaré).

\_\_\_ d) Una hipótesis es una generalización, una convención, que tiene un papel necesario y que tiene que ser verificada. (H. Poincaré).

\_\_\_ e) Una teoría no es una explicación sino una representación. (P. Duhem).

\_\_\_ f) Una teoría paradigmática puede verse desmentida por el avance de la ciencia normal. (T. Kuhn).

\_\_\_ g) El paso a un nuevo paradigma es una reorientación. Se tienen los mismos datos, pero se estructuran de distinta forma. Esto es lo que se llama una revolución científica. (T. Kuhn).

\_\_\_ h) Una teoría científica se desecha sólo cuando se tiene una mejor, no cuando la que se tiene se ve amenazada. (I. Lakatos).

\_\_\_ i) El avance de la ciencia consiste en que algunos pensadores no se dejaron atar por normas metodológicas obvias, o por que involuntariamente las violaron y de esta forma llegaron a nuevos conocimientos. (P. Feyerabend).

\_\_\_ j) La noción de un método fijo que explique el avance de la ciencia, o de una teoría permanente, es demasiado ingenua. (P. Feyerabend).

\_\_\_ k) Se deben elaborar hipótesis que vayan en contra de datos obtenidos por experimentación para tratar de avanzar en el conocimiento. (P. Feyerabend).

\_\_\_ l) Se deben formular hipótesis que vayan más allá de los datos disponibles, para luego buscar falsearlas mediante observaciones y experimentos, y de esta forma ver si son válidas o no. (K. Popper).

\_\_\_ m) La garantía del avance de la ciencias es la actitud crítica de tratar de falsear siempre las teorías. (K. Popper).

\_\_\_ n) La investigación parte de problemas -expectativas que han sido defraudadas- y no de la observación. (K. Popper).

\_\_\_ o) El método científico parte de una hipótesis o problema. Se formula una hipótesis de solución para el problema. Se trata de falsear esa hipótesis solución. Si no se falsea se ve corroborada, y si se falsea se formula una nueva hipótesis de solución. (K. Popper).

\_\_\_ p) Un principio que no esté de acuerdo con la experiencia adquirida mediante la percepción sensible, no puede ser un principio. (A. Magno).

\_\_\_ q) Las pruebas basadas en la percepción sensible son las más seguras que existen en la ciencia y son superiores al razonamiento carente de experimentación. (A. Magno).

\_\_\_ r) Las leyes y teorías científicas poseen un carácter convencional, hasta el punto de que resulta inútil cualquier verificación o control que se lleve de ellas. El mismo fenómeno es elaborado y construido por el científico. (E. Le Roy).

\_\_\_ s) El científico crea el lenguaje mediante el cual enuncia los hechos, pero no crea los hechos. (H. Poincaré).

Comentarios:

## Parte II.

Por favor conteste las siguientes preguntas. Haga todos los comentarios y matizaciones que crea convenientes.

2. ¿Cuáles son los elementos que hay que considerar para construir una teoría científica?

3. ¿Existen principios generales, que puedan servir de premisas, para las demostraciones científicas? ¿Cómo se obtienen?

4. La ciencia, ¿avanza en el conocimiento utilizando un método general, común a las diversas ciencias y a cada una de sus disciplinas, o existen varios métodos o ninguno?

5. Las convenciones o estipulaciones "Ad Hoc" ¿son arbitrarias, o se hacen basadas en algún fundamento? ¿Ayudan o entorpecen al conocimiento científico?

6. ¿Existe una lógica perfecta en las demostraciones científicas hasta llegar a la realidad concreta, o no se llega a la realidad sino a convenciones hechas?

Comentarios:

## TEMA IV: Concepto y criterios de verdad en la ciencia.

### Parte I.

1. A continuación enunciaremos los distintos conceptos y criterios de verdad que hemos encontrado en nuestro estudio. Marque aquellas con las que usted esté de acuerdo. Si desea añadir alguno o hacer comentarios y matizaciones por favor hágalo.

\_\_\_ a) El único criterio de verdad para una teoría, es el acuerdo con la experiencia. (P. Duhem).

\_\_\_ b) Una idea es verdadera cuando nos permite avanzar enlazando nuestra experiencia de un modo satisfactorio. (W. James).

\_\_\_ c) Las teorías científicas, o son falseadas o quedan como conjeturas, pero no puede decirse que sean verdaderas. (K. Popper).

\_\_\_ d) Una teoría es verdadera cuando corresponde con los hechos, aunque no se puede decir que realmente sea verdadera. No tenemos un criterio de verdad. Aunque en realidad sea verdadera nunca podríamos llegar a saberlo. La verdad, por tanto, es sólo un ideal regulador. (K. Popper).

\_\_\_ e) El conocimiento experimental obtenido rigurosamente no puede estar equivocado a pesar de ir en contra de paradigmas ya establecidos o aún del sentido común. (N. Copérnico).

\_\_\_ f) La verdad consiste en la coherencia de nuestros propios pensamientos y no en la adecuación de éstos con las cosas. (R. Descartes).

\_\_\_ g) La verdad existe. Es aquello que es comunicable y común a todos. (Platón).

\_\_\_ h) La verdad es la adecuación del intelecto con la cosa. (Realismo).

\_\_\_ i) La verdad no existe. Todo conocimiento es relativo al sujeto que conoce. (Relativismo).

\_\_\_ j) La verdad de la ciencia es real, pero contextual. Es decir, es real ya que nos dice algo sobre la naturaleza, pero contextual ya que está referida siempre al marco teórico utilizado, que tiene unos conceptos, métodos, principios, estipulaciones y leyes bien definidas. Es verdad sólo dentro de ese marco teórico y posiblemente no dentro de otro. La garantía de que es real radica en el control experimental que la comprueba. (M. Artigas).

\_\_\_ k) Una teoría será verdadera si sigue el criterio de significación. Por el cual existe siempre una referencia a la realidad para cada concepto o parte de aquella teoría, siguiendo un análisis lógico. Esto es: cada parte de la teoría es consistente en sí misma y no sólo en la totalidad. (Círculo de Viena).

\_\_\_ l) Una teoría es verdadera sólo si permite resolver problemas prácticos concretos. (Utilitarismo).

\_\_\_ m) La verdad está dada por el consenso de la comunidad en una teoría que se establece como paradigma. (T. Kuhn).

Comentarios:

Parte II.

Por favor responda las siguientes preguntas. Si lo desea puede hacer algún comentario o matización.

2. ¿Es posible demostrar la validez de las construcciones teóricas mediante experimentos?

3. ¿Cómo puede probarse la verdad de las teorías, si se tiene en cuenta que, para establecer una correspondencia entre éstas y los datos experimentales, deben admitirse estipulaciones o acuerdos convencionales?

4. ¿Qué características debe de tener una teoría para que el científico se fie de ella para sus trabajos, considerándola mejor que otra?

5. ¿Basta el rigor lógico de una teoría para considerarla verdadera o aportadora de conocimiento, o es imprescindible que concuerde con los hechos observacionales?

6. ¿Es posible alcanzar la certeza en la posesión de la verdad?

7. ¿Puede llegar a ser definitiva una verdad científica, o siempre es conjetural pudiendo ser siempre mejorada?

8. ¿Tiene sentido la contrastación de teorías sin un criterio de verdad? ¿Cuál sería para usted ese criterio en caso de ser necesario?

9. ¿Cuál es su visión sobre la verdad en la ciencia?

Comentarios:

**TEMA V: Objetos de estudio y utilidad de la filosofía de la ciencia.**

**Parte II.**

Por favor conteste las siguientes preguntas. Haga todos los comentarios y matizaciones que considere oportunos.

2. ¿Se ha apoyado usted en alguna idea, proporcionada por la filosofía de la ciencia, en su trabajo como científico?

3. ¿Cree usted que las ideas de la filosofía de la ciencia se encuentren de alguna forma en la base de su modo de ver la ciencia y de hacerla?

4. Para usted, ¿hacia donde deben dirigirse los esfuerzos de la filosofía de la ciencia para ser más provechosa para los científicos?

## **9. Bibliografia.**

- Abbagano, Nicola. "Diccionario de Filosofía". Ed. Fondo de Cultura Económica. 1ª edición en español. México, 1963.
- Aristóteles. "Obras Completas. Metafísica". Ed. Aguilar. 1ª reimpresión de la 2ª edición. Madrid, 1973.
- Artigas, Mariano. "Filosofía de la Ciencia Experimental". Ed. Eunsa. 1ª edición. Pamplona, 1989.
- Artigas, Mariano. "Ciencia, Razón y Fe". Ed. Libros mc. 3ª edición. Madrid, 1986.
- Artigas, Mariano. "Karl Popper. Búsqueda sin Término". Ed. Magisterio Español S.A. Colección Crítica Filosófica. 1ª edición. Madrid, 1979.
- Bachelard, Gaston. "La Filosofía del No". Ed. Amorrortu. 1ª edición en castellano. Buenos Aires, 1984.
- Barbedette, D. "Historia de la Filosofía". Tomo I. Ed. Tradición. 1ª edición. México, 1976.
- Bernal, John D. "La Ciencia en Nuestro Tiempo". Ed. UNAM/Nueva Imagen. 4ª edición. México, 1981.
- Bunge, Mario. "La Investigación Científica". Ed. Ariel. 7ª edición. Barcelona, 1980.
- Carnap, Rudolf. "La Construcción Lógica del Mundo". Ed. UNAM. 2ª edición en español. México, 1988.
- Feyerabend, Paul. "Tratado Contra el Método". Ed. Rei. 1ª edición. México, 1993.
- Feyerabend, Paul. "Límites de la Ciencia". Ed. Paidós. 1ª edición. Barcelona, 1989.

- García Morente, Manuel. "Lecciones Preliminares de Filosofía". Ed. Lozada. 2ª edición. Buenos Aires, 1941.
- González-Alvares Gutiérrez, Angel. "Manual de Historia de la Filosofía". Ed. Gredos. 2ª edición. Madrid, 1960.
- Kuhn, Thomas S. "La Estructura de las Revoluciones Científicas". Ed. Fondo de Cultura Económica. 5ª reimpresión. México, 1983.
- Maritain, Jaques. "Introducción a la Filosofía". Club de Lectores Rivadavia. 18ª edición castellana. Buenos Aires, 1963.
- Millán Puelles, Antonio. "Fundamentos de Filosofía". Ed. Rialp S.A. 2ª edición. Madrid, 1958.
- Millán Puelles, Antonio. "Léxico Filosófico". Ed. Rialp S.A. 1ª edición. Madrid, 1984.
- Olivé, León. Pérez Ransanz, Ana Rosa. Editores. "Filosofía de la Ciencia: Teoría y Observación". Ed. Siglo XXI. 1ª edición. México, 1989.
- Ortiz de Landázuri, Carlos. Burriel, José Antonio. "Filosofía. Curso de Orientación Universitaria". Ed. Magisterio Español S.A. 3ª edición. Madrid, 1975.
- Pérez Tamayo, Ruy. "Cómo Acercarse a la Ciencia". Ed. Limusa. 1ª edición. México, 1989.
- Piaget, Jean. "La Epistemología Genética". Ed. Debate. 1ª edición. Madrid, 1986.
- Popper, Karl. "Búsqueda Sin Término". Ed. Tecnos. 1ª edición. Madrid, 1985.
- Popper, Karl. "La Lógica de la Investigación Científica". Ed. Rei México. 1ª edición. México, 1991.
- Popper, Karl. "Realismo y el Objetivo de la Ciencia". (Post scriptum a "La Lógica de la Investigación Científica"). Ed. Tecnos. Madrid, 1985.

- Popper, Karl. "El Universo Abierto". Ed. Tecnos. Madrid, 1986.
- Reale, Giovanni. Antiseri, Darío. "Historia del Pensamiento Filosófico y Científico". Tomo I. Antigüedad y Edad Media. Ed. Herder 1ª Edición. Barcelona, 1988.
- Reale, Giovanni. Antiseri, Darío. "Historia del Pensamiento Filosófico y Científico". Tomo II. Del Humanismo a Kant. Ed. Herder 1ª Edición. Barcelona, 1988.
- Reale, Giovanni. Antiseri, Darío. "Historia del Pensamiento Filosófico y Científico". Tomo III. Del Romanticismo hasta Hoy. Ed. Herder 1ª Edición. Barcelona, 1988.
- Rolleri, José Luis. Editor. "Estructura y Desarrollo de las Teorías Científicas". Ed. UNAM. 1ª edición. México, 1986.
- Rosenblueth, Arturo. "El Método Científico". Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Instituto Politécnico Nacional. 9ª reimpresión. México, 1982.
- Sanguineti, Juan José. Artigas, Mariano. "Filosofía de la Naturaleza". Ed. Eunsá. Libros de iniciación filosófica. 2ª edición. Pamplona, 1989.
- Saranyana, José Ignacio. "Historia de la Filosofía Medieval". Ed. Eunsá. Libros de iniciación filosófica. 1ª edición. Pamplona, 1985.
- Suppe, Frederick. "La Estructura de las Teorías Científicas". Ed. Editora Nacional. 1ª edición. Madrid, 1979.
- Xirau, Ramón. "Introducción a la Historia de la Filosofía". UNAM. 10ª edición. México, 1990.