

24-
4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS



ALGUNOS ASPECTOS DE LA RELACION
ENTRE LA CIENCIA Y LA IDEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

Que Para Obtener el Título de

F I S I C O
P r e s e n t a

JOSE LUIS ALVAREZ GARCIA

México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION	11
2. LA IDEOLOGIA Y LA CONCIENCIA	24
3. RELACION ENTRE LA CIENCIA Y LA IDEOLOGIA EN LA ANTIGUEDAD	33
4. VISION ARISTOTELICA DEL MUNDO	84
5. INTERRELACION DE LA CIENCIA Y LA IDEOLOGIA EN LA FISICA CONTEMPORANEA. LA MECANICA CUANTICA	121

I. INTRODUCCION

A la ciencia se le atribuyen determinadas características que hacen que la gente le adjudique al conocimiento derivado de ella un tipo especial de fiabilidad. Las personas, en general, adquieren una mercancía con gran confianza si saben que es elaborada científicamente, o que su efectividad ha sido comprobada de la misma manera. Así también, se acepta la opinión de alguien, sobre algún problema que interese a la sociedad, por el simple hecho de escuchar que es un científico. Estos y muchos otros ejemplos nos muestran la alta estima que se le concede a la ciencia. La razón es porque nos han enseñado que la ciencia es conocimiento verdadero, objetivo y racional.

La idea que tradicionalmente se maneja de la ciencia es de que es la poseedora de la "verdad"; una verdad absoluta, independiente de cualquier interpretación subjetiva, y también independiente de intereses humanos particulares. Es la idea de la ciencia como algo completamente *objetivo*, en el sentido de que aun cuando el desarrollo de las distintas sociedades humanas no fuera el que ha sido, de todas maneras, tarde o temprano, éstas llegarían a conformar a la ciencia tal y como la conocemos hoy en día*. Diríase de la ciencia que es algo *trascendental*.

Otra característica que se le atribuye a la ciencia es la de ser un conocimiento obtenido a través de medios *racionales*; siendo que en ella aparecen elementos de *duda racionalidad***.

*Ejemplos que contradicen esta concepción son la ciencia médica china y las prácticas de los yoguis.

**George Lukács, el filósofo que mejor ha estudiado las distintas fases del *irracionalismo* contemporáneo en Alemania (desde Schelling a Heidegger, pasando por Nietzsche), da de él los siguientes caracteres esenciales: 1) desprecio del entendimiento y de la razón; 2) glorificación lisa y llana de la intuición; 3) teoría aristocrática del conocimiento (la verdad profunda sólo es accesible a "unos pocos"); 4) repulsa del progreso social; 5) mitomanía; y 6)

Esta valoración extrema de la ciencia es la que tradicionalmente se enseña, en términos generales, en cualquier escuela de ciencias. Concretamente, en la Facultad de Ciencias de la UNAM la impresión que va teniendo un alumno de la carrera de Física es de que esta ciencia es algo ya completamente acabado y que simplemente hay que *aprenderla*, para lo cual se cuenta con sus "verdades irrefutables" de carácter universal y con *El método científico*. Causantes directos de esta impresión son los profesores creyentes de esta concepción científica y la gran cantidad de libros que comulgan con ella. Además, este proceso de enseñanza de la ciencia es reforzado a nivel institucional y a través de lo que se denomina "divulgación científica".

Que la ciencia, y muy particularmente la física, sean concebidas de esta manera no es por casualidad ni por que sea la única concepción posible. Aquí podríamos citar la opinión de Einstein al respecto:

La ciencia como algo existente y completo, es la cosa más objetiva que el hombre conoce. Pero, la ciencia en su hechura, como un propósito a cumplir, es tan subjetiva y tan condicionada psicológicamente como cualquier otra rama del esfuerzo humano; tanto así, que la pregunta de ¿cuál es el propósito y la significación de la ciencia?, tiene respuestas ente-

equiparación de los límites del entendimiento a los del conocimiento. (Véase: irracionalismo, *Diccionario Enciclopédico Salvat*, tomo XIII, p.321).

Si observamos los puntos (2) y (3) nos daremos cuenta de que hablan de dos características que están presentes en la ciencia contemporánea; aunque si bien es cierto que en esta última no se hace una "glorificación lisa y llana de la intuición", ésta aparece con frecuencia como un elemento crucial de la práctica científica. Respecto al punto (3) es notable el grado de esoterismo que está presente en, por ejemplo, la mecánica cuántica (principio de incertidumbre, dualidad onda-partícula, principio de complementariedad, etc.).

ramente diferentes en diversas épocas y por parte de personas colocadas en distintas situaciones.¹

Vemos entonces que es posible la existencia de diferentes concepciones de la ciencia. Por tal motivo, el propósito principal de este trabajo es el de abordar el tema de las interrelaciones de la ciencia y la ideología. Para tal efecto, y queriendo exponer nuestras ideas lo más claramente, utilizaremos como método, a todo lo largo del trabajo, un esquema consistente en la confrontación de dos posiciones antagónicas: idealismo y materialismo*.

Es importante aclarar que no intentaremos analizar exhaustivamente y con todo detalle las formas en que se establecen tales interrelaciones. Lo que pretendemos es exhibir la existencia de elementos ideológicos en la ciencia de todas las épocas. Dada la extensión y complejidad del tema, esta exhibición es hecha de manera muy general.

Estas dos concepciones antagónicas aparecen muy pronto en la historia, y persisten hasta nuestros días. Están presentes en la cultura griega, de la que en gran medida somos herederos; y también están presentes en la ciencia de nuestra época. A manera de ejemplo podemos citar lo que dice J.D. Bernal respecto de lo que significan estas dos posiciones:

El lado idealista es el partido del "orden", de la aristocracia y la religión establecida; su paladín más persuasivo es Platón. El objetivo de la ciencia consiste, desde este punto de vista, en explicar por

¹A. Einstein, *The World as I see it*; Londres (1935). Citado en: J.D. Bernal, *La ciencia en la historia*, UNAM, México (1979) p. 40.

*No es nuestra intención adoptar una posición maniqueísta y querer clasificar cualquier construcción intelectual del hombre, sea filosófica o científica, estrictamente como materialista o como idealista. Los intentos del ser humano por explicar el mundo son a menudo sumamente complicados, de tal manera que en esas doctrinas se encuentran íntimamente entrelazados elementos tanto materialistas como idealistas. Esta separación en idealistas y materialistas sólo es posible en el último análisis y, por lo tanto, sirve como elemento fundamental del propio análisis, pero no explica por sí misma a las doctrinas y a las posiciones que queremos presentar.

qué las cosas son como son y cómo es imposible, al mismo tiempo que impío, esperar que las cosas cambien en sus esencias. Según el pensamiento de Platón, lo único que falta es suprimir unas cuantas lacras, como la democracia, para que la república sea establecida felizmente y para siempre bajo el cuidado de los guardianes tutelares, los "hombres de oro". Como las perfecciones de esta situación no pueden ser evidentes desde luego para las capas inferiores de la sociedad, es necesario demostrarles lo ilusorio del mundo material y, consecuentemente, la irrealdad del mal en este mundo. En este mundo imaginado, el cambio es el mal; lo ideal, el bien, lo verdadero y lo bello son eternos y están fuera de discusión; y, como palpablemente no prevalecen sobre la Tierra, deben ser buscados en un cielo perfecto. Este punto de vista ha tenido un profundo efecto en el desarrollo de la ciencia, particularmente en la astronomía y en la física; y todavía ahora, sólo que en formas más elaboradas y adulteradas, existe una vigorosa tendencia a fortalecer este punto de vista dentro de la ciencia.

El punto de vista materialista, en parte a causa de su naturaleza práctica y, más todavía, a causa de sus implicaciones revolucionarias, no ha encontrado durante muchos siglos gran apoyo en los círculos doctos y rara vez ha formado parte de la filosofía oficial. No obstante, en el poema epicúreo de Lucrecio, *De Rerum Natura* (*De la naturaleza de las cosas*), ha sobrevivido una expresión del materialismo, que muestra tanto su fuerza como el peligro que representa para el orden establecido. Fundamentalmente, es una filosofía de los objetos y de sus movimientos, una explicación de la naturaleza y de la sociedad desde abajo y no desde arriba. Destaca la inagotable estabilidad del mundo material en eterno movimiento y el poder del hombre para modificarlo mediante el conocimiento de sus leyes. Los materialistas clásicos no podían ir más allá debido a su divorcio de las artes manuales; tampoco pudo hacerlo después Francis Bacon, el gran reformulador del

materialismo. Al desencadenarse la Revolución Industrial, la ciencia se hizo materialista en la práctica, aun cuando siguió prestando cierto apoyo al idealismo, por razones políticas y religiosas. Hasta mediados del siglo XIX, el materialismo se mantuvo en una posición filosóficamente insatisfactoria, debido a que no se ocupaba de la sociedad y de sus transformaciones y, por consiguiente, era incapaz de explicar la política y la religión. La ampliación y la transformación del materialismo para abarcar el dominio social, fue obra de Marx y sus continuadores. El nuevo materialismo dialéctico que mostró primero su eficacia en el campo político y económico, sólo ahora está empezando a penetrar en la esfera de las ciencias naturales.²

Respecto a la presencia de las dos concepciones en la ciencia moderna, podemos mencionar que existe la opinión positivista de que solamente en la antigüedad podían aparecer las pugnas ideológicas en el conocimiento de la naturaleza, pero que en la ciencia contemporánea ya no hay cabida para ellas, pues se ha arribado al "verdadero" conocimiento y tales discusiones no tienen sentido dentro de la ciencia actual. Sin embargo, existen también opiniones contrarias, que por el simple hecho de estar presentes nos muestran que la pugna continúa. Como un breve ejemplo de la presencia ideológica en la ciencia de nuestro tiempo tenemos, por el lado idealista, la mistificación del trabajo de Einstein hecha por sectores fuera del restringido campo de su aplicación. A este respecto Bernal nos dice:

La relatividad fue acogida con entusiasmo por los intelectuales desilusionados después de la primera guerra mundial, como apoyo para rehusarse a hacer frente a la realidad. Sólo necesitaron de la palabra "relatividad" para afirmar que "todo es relativo" o que "depende del punto de vista que se adopte". La relatividad fue tomada como base para muchas popularizaciones

²J.D.Bernal, *La ciencia en la historia*, op.cit., p.70.

de los misterios de la ciencia, incluidos los libros favoritos de los físicos Eddington y Jeans. Particularmente Eddington (1882-1944) se entusiasmó tanto con su contribución real a la explicación de varios puntos difíciles de la teoría de la relatividad, que concibió la idea de que era posible hacer todos los descubrimientos científicos exclusivamente con el ejercicio del pensamiento puro y la lógica. Incluso llegó a lamentarse de que los hombres fuesen tan estúpidos, al parecer, como para tener que ver las cosas antes de poderlas comprender. Por su parte, Jeans (1877-1947) volvió a descubrir la vieja idea platónica y pitagórica de que todo es matemáticas y de que Dios, creador de este universo matemático, debe de haber sido un gran matemático.³

Ahora, por el lado materialista, podemos expresar la propia opinión de J.D. Bernal respecto a la ciencia:

Afortunadamente, en nuestro tiempo, un número cada vez mayor de científicos empieza a advertir las consecuencias de esa actitud de desprecio hacia la historia y, por esto mismo, de la necesidad de estimar inteligentemente *el lugar que ocupa la ciencia dentro de la sociedad**. Únicamente con este conocimiento pueden los científicos, independientemente del prestigio de que gocen, dejar de representar el papel de peones de ajedrez, ciegos y desválidos, en el gran drama contemporáneo del uso y del abuso de la ciencia. Es cierto que, en el pasado inmediato, tanto los científicos como los demás hombres se han dejado llevar con gusto por la cómoda creencia de que la aplicación de la ciencia conduce automáticamente al progreso constante en el bienestar humano. La idea no es muy vieja que digamos. Se trataba de una especulación revolucionaria y peligrosa en la época de

³J.D. Bernal, *La ciencia en nuestro tiempo*, Editorial Nueva Imagen, México (1981)p.50.

*El subrayado es nuestro.

Roger Bacon que fue sostenida decididamente por primera vez, trescientos años más tarde, por Francis Bacon. Pero sólo debido a los inmensos cambios progresistas que se efectuaron en la ciencia y en la manufactura con la Revolución Industrial, fue que esta idea del progreso se convirtió en una verdad cierta y duradera -casi en un lugar común en la época victoriana. En la actualidad, en estos días de preocupaciones y angustias, cuando el poder que la ciencia otorga es visto en su capacidad más inmediata para destruir la civilización y aun para borrar del planeta la vida misma, ya no se confía simplemente en que la ciencia asegure un progreso ininterrumpido en las actividades pacíficas.⁴

De los ejemplos que brevemente hemos mencionado podemos darnos cuenta de que la concepción científica no es única, y que la concepción que se adopte es un problema de carácter *ideológico*. Curiosamente, aunque no por casualidad, la idea tradicional de ciencia es la de que es un conocimiento al margen de toda ideología, que la ciencia es "pura" y que no está "contaminada" por cuestiones de índole política, social, económica, etc. Se dice también que la ciencia es "neutra". Se recurre al mito de la "objetividad científica" para atribuirle a la ciencia un carácter *ideológico*. Es, en suma, una concepción idealista de la ciencia. Y es, esta concepción de la ciencia (en sus múltiples formas) la que es enseñada en nuestras escuelas y en la gran mayoría de los textos utilizados en ellas; concepción que oculta o al menos trata de hacerle el carácter ideológico de la ciencia. Es la ideología que se oculta a sí misma. La ideología que niega la existencia de toda ideología. A este respecto Levy-Leblond dice lo siguiente:

Actualmente podría decirse de la ideología lo que antes se decía del diablo: su mayor astucia consiste en hacernos creer que no existe.⁵

⁴J.D.Bernal, *La ciencia en la historia*, op.cit., p.37.

⁵J.M.Levy-Leblond, "La ideología de y en la física contemporánea" en *La radicalización de la ciencia*; H.Rose y S.Rose (compiladores), Edit. Nueva Imagen, México (1980) p. 205.

La intención de este trabajo es presentar a través de algunos ejemplos, sacados en su mayor parte de la física, las distintas formas en que aparece la interrelación entre la ciencia y la ideología. Para esto nos ubicaremos en una óptica materialista, en contraposición con la idealista que hemos mencionado. Esta concepción materialista, al igual que la idealista, es también una ideología, y no se pretende hacer una separación, dentro del conocimiento de la ciencia, de los elementos ideológicos de los "puramente científicos"; ello se imposible. Tampoco se pretende escribir desde un punto de vista no-ideológico. Así, Levy-Leblond menciona en su artículo:

Equivale a decir, entonces, que otra ciencia exige otra ideología, y no la eliminación (imposible) de la ideología.⁶

En la interpretación que el hombre hace de la realidad siempre estará presente su ideología. Esta ideología, esta concepción de las cosas, siempre estará determinada en última instancia por las formas de producción existentes y, posteriormente, la ideología tendrá un efecto sobre dichas formas; pero tal efecto dependerá siempre de las propias formas de producción, y éstas sólo dependerán de las condiciones materiales de existencia de los seres humanos. En particular, la ciencia estará determinada, en última instancia, por las formas de producción. Por lo mismo, la ciencia, en gran medida, reflejará la atmósfera intelectual, religiosa, etc., de la época. Por lo tanto, los hechos

⁶*Ibid.*, p.206. En un artículo de 1963 de L. Althusser, "Marxisme et Humanisme", aparecido en *Pour Marx* (París, Maspero, 1971) donde se analiza con mucha claridad la persistencia/diferencia de la ideología en una sociedad sin clases, escribe, en especial: "el materialismo histórico es incapaz de concebir que incluso una sociedad comunista pueda prescindir nunca de la ideología, tanto en el caso de la moral, como del arte o de la representación-del-mundo" o de la ciencia (añade Levy-Leblond). (Nota aparecida en: J.M. Levy-Leblond, *op. cit.*, p. 276).

serán interpretados en términos sociales, religiosos y políticos (en general ideológicos).

La ciencia tendrá principalmente dos efectos. Uno será sobre los cambios en las formas de producción. Y otro aspecto más general y menos detectable, es el revertimiento de las ideas científicas sobre la ideología de la época⁷. Cabe aquí señalar que, debido a su gran desarrollo, la influencia de la ciencia sobre los medios de producción es enorme. Y no sólo eso, sino que puede, incluso, incidir sobre las condiciones materiales de existencia (condiciones geológicas, hidrológicas, climáticas, etc.).

Veremos en este trabajo algunos ejemplos que nos muestran la interrelación que existe entre la ciencia y la ideología, así como la dependencia de estas dos con las formas de producción existentes en distintas épocas. En el capítulo 2 discutiremos e intentaremos precisar el concepto de ideología como una forma de la conciencia humana, y la determinación de esta última por las condiciones sociales y productivas. Luego presentaremos, en los capítulos 3, 4 y 5, ejemplos que nos permitirán exhibir esas conexiones ciencia-ideología que hemos mencionado.

Nuestro primer ejemplo a tratar será, en el capítulo 3, el de las distintas concepciones del mundo en la Grecia antigua, desde los primeros materialistas jónicos hasta antes de Aristóteles. En el capítulo 4 discutiremos la obra aristotélica, que constituye la primera gran síntesis del conocimiento que registra la historia; síntesis que resulta, no de la integración de todo el conocimiento anterior, sino de la adecuación e interpretación que Aristóteles logra hacer del conocimiento de sus predecesores, aunadas a las propias aportaciones del Estagirita. Estos dos ejemplos nos ilustrarán sobre las concepciones materialista e idealista que se dieron en el conocimiento antiguo. Y la obra aristotélica la contemplaremos como respuesta al conocimiento desarrollado por los materialistas jónicos a partir del siglo VI a.n.e. hasta la época en que vivió Aristóteles. El motivo que nos lleva a tratar estos dos ejemplos es, aparte de que muestran claramente las interrelaciones ciencia e ideología que nos interesan, la

⁷Cf. J.D.Bernal, *La ciencia en la historia*. op.cit., p.74.

importancia que tienen de por sí en la cultura occidental. Al final del capítulo 4 mencionaremos sólo brevemente la importancia de lo que podríamos llamar la "visión aristotélica del mundo" en la Edad Media. (Este tema requiere forzosamente de muchísimo espacio para ser tratado, y es su gran impotencia como sistema ideológico lo que nos lleva a mencionarlo de alguna manera. Existen diversas obras donde es tratado con amplitud)⁸.

El último ejemplo a considerar será, en el capítulo 5, el de la ideología en la física contemporánea. En particular, discutiremos dos de las interpretaciones que se hacen del formalismo de la mecánica cuántica. Como veremos, existe una amplia gama de interpretaciones, pero, en términos generales, prevalecen dos concepciones antagónicas de dicha teoría: la ortodoxa y la estadística. Al exhibir esta controversia estaremos mostrando que, contrariamente a la opinión positivista, aún persisten las discusiones de carácter ideológico y filosófico en la ciencia. Concretamente, persiste la metafísica guiando al conocimiento científico.

Veremos cómo detrás de cada una de estas dos interpretaciones existe una posición filosófica e ideológica. Detrás de la interpretación ortodoxa está la corriente filosófica del neopositivismo, desarrollada principalmente por los miembros del Círculo de Viena. Y esta doctrina corresponde a la ideología de una clase social: la burguesía. Para entender mejor esto último nos remontaremos al antecedente inmediato del neopositivismo, que es la doctrina positivista desarrollada por Augusto Comte. Y es a través de este último sistema filosófico en donde aparece claramente la ideología de la clase social que acababa de ascender y estaba en pleno desarrollo en aquella época; esto es, la burguesía como representante del sistema capitalista. Es el

⁸ Véanse, por ejemplo, las siguientes obras: T.S.Kuhn, *La revolución copernicana*, Edit. Ariel, México (1978); A.Koyre, *Estudios de historia del pensamiento científico*, 4a. edición, Siglo Veintiuno Editores, S.A., México (1982); A. Koyre, *Estudios galileanos*, 2a. edición, Siglo Veintiuno Editores, S.A., México (1981).

positivismo comtiano la primera doctrina de la sociedad industrial y en ella aparece por primera vez y en forma explícita la utilización de la ciencia como discurso del poder. De esta manera, Comte argumenta respecto a cuál es la clase social que debe emprender la reorganización de la sociedad:

Así pues, es el conjunto del cuerpo científico el que está llamado a dirigir los trabajos teóricos generales cuya necesidad acaba de comprobarse.⁹

Al final del capítulo 5 discutiremos acerca de cómo la ideología de la clase burguesa es determinada por las condiciones y relaciones de producción que aparecen en el proceso conocido como Revolución Industrial; proceso que está íntimamente relacionado con el desarrollo del sistema económico del capitalismo. Y es en la Revolución Industrial en donde la ciencia se convierte en una gran fuerza productiva. De ahí, entonces, la importancia que tiene la ciencia en los medios de producción y la necesidad que existe por parte de la clase dominante de controlar y explotar esta fuerza. De esta necesidad es de donde surgen, durante el siglo XIX, proyectos en los cuales se utiliza a la ciencia como soporte ideológico. Uno de ellos es el comtiano, a la vez que surgen, también, otros proyectos de carácter materialista. En este sentido es como el neopositivismo es la ideología que detentará la burguesía en otro momento crítico del sistema capitalista.

Finalmente, para cerrar con esta introducción, quisieramos reiterar: éste es un trabajo sobre la ideología en la ciencia; es, por lo tanto, un trabajo ideológico. La ideología que adoptaremos será una ideología materialista, que en palabras de Marx y Engels queda expresada de la siguiente manera:

Totalmente al contrario de lo que ocurre en la filo-

⁹A. Comte, *La filosofía positiva*, Estudio introductivo de F. Larroyo, Edit. Porrúa, S.A., Colección "Sepan cuántos.." no. 340, México (1979)p.18.

sofía alemana*, que desciende del cielo sobre la tierra, aquí se asciende de la tierra al cielo. Es decir, no se parte de lo que los hombres dicen, se representan o se imaginan, ni tampoco del hombre predicado, pensado, representado o imaginado, para llegar, arrancando de aquí, al hombre de carne y hueso; se parte del hombre que realmente actúa y, arrancando de su proceso de vida real, se expone también el desarrollo de los reflejos ideológicos y de los ecos de este proceso de vida. También las formaciones nebulosas que se condensan en el cerebro de los hombres son sublimaciones necesarias de su proceso material de vida, proceso empíricamente registrable y sujeto a condiciones materiales. La moral, la religión, la metafísica y cualquier otra ideología y las formas de conciencia que a ellas corresponden pierden así, la apariencia de su propia sustantividad. No tienen su propia historia ni su propio desarrollo, sino que los hombres que desarrollan su producción material y su intercambio material cambian también, al cambiar esta realidad, su pensamiento y los productos de su pensamiento. No es la conciencia la que determina la vida, sino la vida la que determina la conciencia. Desde el primer punto de vista, se parte de la conciencia como del individuo viviente; desde el segundo punto de vista, que es el que corresponde a la vida real, se parte del mismo individuo real viviente y se considera la conciencia solamente como su conciencia.

Y este modo de considerar las cosas no es algo incondicional. Parte de las condiciones reales y no las pierde de vista ni por un momento. Sus condiciones son los hombres, pero no vistos y plasmados a través de la fantasía, sino en su proceso de desarrollo real y empíricamente registrable, bajo la acción de determinadas condiciones. Tan pronto como se expone este proceso activo de vida, la historia deja de ser una colección de hechos muertos, como lo es para los

*Idealista.

empiristas, todavía abstractos, o una acción imaginaria de sujetos imaginarios, como para los idealistas.¹⁰

¹⁰C.Marx y F.Engels, *La ideología alemana*, Ediciones Pueblos Unidos, 4a edición, Buenos Aires (1973) p.26.

2. LA IDEOLOGIA Y LA CONCIENCIA

El conocimiento científico, al ser un producto del pensamiento humano, no es más que una forma de la conciencia de los hombres*. Y esta conciencia estará determinada por el ser social y, en última instancia, por los modos y relaciones de producción¹. Así, la conciencia del hombre, que sólo es determinada de esta manera, y no de otra, determina a su vez las nociones y concepciones del hombre; en particular determina su ideología. Aunque si bien es cierto que las condiciones materiales de vida son la causa primera en la determinación de la conciencia, eso no impide que la esfera ideológica reaccione a su vez sobre ellas, aunque su influencia sea secundaria.

Para entender mejor cómo es que las condiciones materiales de vida determinan la conciencia y ésta, a su vez, determina la ideología, ubiquémonos desde el punto de vista materialista que hemos anunciado.

Los inicios de la historia del ser humano se caracterizan, entre otras cosas, por la ausencia de conciencia en el hombre. Y son las condiciones materiales de vida las que van ir estableciendo formas específicas de relaciones entre los hombres, y entre éstos y la naturaleza. De esta manera irá apareciendo en el ser humano, primero un instinto consciente y, más tarde, la conciencia.

El punto de partida de toda historia humana es la existencia de seres humanos vivos. Por lo tanto, lo primero que se puede verificar es la organización corpórea de dichos individuos. Y es debido a tal organización corpórea que podemos verificar también su modo de comportamiento hacia el resto de la naturaleza.

Existe una diferencia fundamental entre el hombre y el resto de los animales a partir del momento en que aquél empieza a *producir* sus propios medios de vida; pro-

*Conciencia del mundo externo, conciencia de una realidad objetiva; realidad de la cual el hombre forma parte e interacciona con el resto de ella.

¹Cf. C. Marx y F. Engels, *La ideología alemana*, op. cit.

duciendo así, indirectamente su propia vida material². Este proceso de producir su propia vida material está condicionado por su organización corporal.

Tenemos entonces que el primer hecho histórico es el de la producción de los medios indispensables para satisfacer las necesidades elementales de la vida misma: comer, beber, vestir, alojarse bajo un techo, etc. "Por consiguiente, lo primero, en toda concepción histórica, es observar este hecho fundamental en toda su significación y en todo su alcance y colocarlo en el lugar que le corresponde"³.

Ahora bien, en el proceso de satisfacción de las necesidades impuestas por la producción de la vida material misma, se crean nuevas necesidades. Entre otras cosas, aparece la necesidad de la adquisición de los instrumentos indispensables para cubrir las necesidades originales.

Un tercer factor que debe ser considerado es el de que los hombres, además de renovar diariamente su propia vida, comienzan a crear a otros seres humanos a través de la procreación. Comienza así la relación entre hombre y mujer, padres e hijos, etc.; en una palabra, la familia. Esta primera relación del ser humano con otros seres humanos constituye la primera relación social en la historia. Relación que bien pronto es ampliada, e incluso superada, al aumentar el censo humano. Con esto último se crean nuevas relaciones sociales, lo que a su vez crea nuevas necesidades. De esta manera la relación social familiar pasará a segundo término, y aparecen en primer lugar las relaciones sociales que surgen de inmediato al aumentar la población.

Estos tres factores que hemos mencionado de la actividad social no son tres factores distintos y aislados, si no que son tres aspectos de un mismo hecho que existe desde los principios de la historia y desde el primer hombre.

El producir la vida propia en el trabajo, y la ajena mediante la procreación, se manifiesta, por un lado, como

²Cf. *Ibid.*, p. 19.

³*Ibid.*, p. 28.

una relación social y, por el otro, en una relación con el resto de la naturaleza. La relación social se da al establecerse la cooperación entre diversos individuos, precisamente para cubrir las necesidades que involucra la producción de la vida misma. Ahora bien, este modo de cooperación entre los individuos, que dependerá principalmente de las condiciones materiales de su existencia, va aparejado a una forma de producción correspondiente. Estos dos factores se traducen en una determinada fase social. Tales formas de cooperación constituyen "fuerzas productivas". Y el conjunto de todas estas fuerzas productivas que son accesibles al hombre en determinados momentos, condiciona el estado social. De esta manera, como señalan Marx y Engels:

La "historia de la humanidad" debe estudiarse y elaborarse siempre en conexión con la historia de la industria y del intercambio.⁴

Una vez que hemos considerado los factores fundamentales y primarios de toda historia humana, podemos comenzar a considerar que el hombre posee *conciencia**. Sin embargo, esta no es una conciencia "pura", ya que el "espíritu humano" nace con el lastre de la materia. Materia que aquí se manifiesta en la forma de capas de aire en movimiento, en forma de sonidos; en pocas palabras: bajo la forma del lenguaje. Tan viejo como la conciencia es el lenguaje (en cualquiera de sus formas). El lenguaje es la conciencia práctica, la conciencia real⁵.

Esta conciencia existe en los otros hombres y en uno mismo, y nace de la necesidad que tienen los seres huma-

⁴Ibid., p. 30.

*"Los hombres tienen historia porque se ven obligados a producir su vida y deben, además, producirla de un determinado modo: esta necesidad está impuesta por su organización física, y otro tanto ocurre con su conciencia. (Glosa marginal de Marx)". (Véase: C. Marx y F. Engels, *La ideología alemana*, op. cit., p. 31).

⁵cf. Ibid., p. 31.

nos de establecer intercambios con los demás humanos para satisfacer sus necesidades vitales*. Es así como el lenguaje se convierte en una fuerza productiva, tal vez la primera de todas.

Por otro lado, la producción de la propia vida y de la ajena se manifiesta también en una relación con la naturaleza. Esta relación se traduce en una conciencia del mundo inmediato y sensible a nuestro alrededor. Esta conciencia de la naturaleza pone ante el hombre a esta última como un poder absolutamente extraño, omnipotente e inexpugnable. Los hombres, ante este poder, se comportan de una manera puramente animal. Poder que los atemoriza como al ganado⁶. Es una conciencia de la naturaleza que no difiere de la que tienen los animales ante los fenómenos naturales; esta conciencia constituye la religión natural. Las formas que adquiere esta religión natural, esta conciencia de la naturaleza, están determinadas por la forma social. El hombre, al tener conciencia de la necesidad de establecer relaciones con los demás individuos, comienza a tener, a la vez, la conciencia de que el hombre vive en sociedad. Al principio esta conciencia es una especie de instinto gregario, instinto consciente que nace de la necesidad de producir su propia vida en colaboración con otros seres humanos y de un modo determinado por las fuerzas productivas existentes. Más tarde, al multiplicarse la población, aumentarán la producción así como las necesidades, y esto tendrá como consecuencia el desarrollo y el perfeccionamiento de la conciencia gregaria. Al desarrollarse esta conciencia de que el hombre vive en sociedad, aparece la *división del trabajo*, que en los orígenes de la historia humana no pasaba de la división del trabajo en el acto sexual. Poco después, la división del trabajo apareció seguramente, y de modo "natural", tomando en consideración las características físicas de los individuos (como la fuer

*"Mi relación con mi ambiente es mi conciencia" (Texto suprimido por Marx y Engels en el original de *la ideología alemana*. Aparece marcado con la nota (7) de la página 31 de dicha obra).

⁶Cf. *Ibid.*, p. 31.

za corporal) y, también, con base en las necesidades particulares en un momento dado y a coincidencias fortuitas. Sin embargo, la verdadera división del trabajo aparece cuando hay una separación del trabajo físico y del intelectual. Es, a partir de este momento en que "puede ya la conciencia imaginarse realmente que es algo más y algo distinto que la conciencia de la práctica existente, que representa *realmente* algo sin representar algo real; desde este instante, se halla la conciencia en condiciones de emanciparse del mundo y entregarse a la creación de la teoría 'pura', la filosofía y la moral 'puras', etc. Pero, aun cuando esta teoría, esta teología, esta filosofía, esta moral, etc., se hallen en contradicción con las relaciones existentes, esto sólo podrá explicarse porque las relaciones sociales existentes se hallan, a su vez, en contradicción con la fuerza productiva existente"⁷.

De esta manera, consideraremos en este trabajo a la ideología como una forma de la conciencia del hombre en el sentido expresado anteriormente y sin pretender dar una definición rigurosa de ideología*.

⁷Ibid., p. 32.

*El término "ideología" es bastante equívoco. A. Næss (del grupo neopositivista se Oslo) llegó a establecer hasta 30 significaciones distintas en su uso actual. A. Schaff ha agrupado las diversas significaciones del término en tres tipos: 1) genéticas; 2) estructurales; y 3) funcionales. Las definiciones genéticas son las que parten de las condiciones que han engendrado a la ideología, o la han acompañado en su nacimiento. Las definiciones estructurales parten del punto de vista lógico o epistemológico, y distinguen las proposiciones y conceptos que componen el discurso ideológico de los discursos científico y filosófico. P. Marchery, por ejemplo, distingue entre estos tres tipos de proposiciones según su referencia al objeto. Así, una proposición filosófica es una proposición sin objeto, no nos hace conocer ningún objeto; pero tiene un objetivo (teórico), lo que hace de ella una tesis. Una proposición ideológica tiene un objeto, pero no produce su conocimiento;

Vemos entonces que la ideología aparece muy temprano en el desarrollo humano. Primeramente asociada a la conciencia de la práctica existente, y después asociada a la conciencia "pura". En ambos niveles la conciencia está de terminada por el ser social y, en última instancia, por los factores y relaciones de producción. En el primer nivel la relación entre la producción y la conciencia es directa y evidente; en el segundo nivel aparece ya una mayor complejidad y la relación entre producción y conciencia tiende a estar oculta, y sólo a través del análisis aparecerá en su real significación. A este respecto Marx nos dice:

La ideología es un proceso que se opera por el llamado pensador conscientemente, en efecto, pero con una conciencia falsa. Las verdaderas fuerzas propulsoras que lo mueven, permanecen ignoradas para él; de otro modo, no sería tal proceso ideológico. Se imagina, pues, fuerzas propulsoras falsas o aparentes. Como se trata de un proceso discursivo, deduce su contenido y su forma del pensar puro, sea el suyo propio o el de sus predecesores. Trabaja exclusivamente con material discursivo, que acepta sin mirarlo, como creación del pensamiento, sin someterlo a otro proceso de investigación, sin buscar otra fuente más alejada e independiente del pensamiento; para él, esto es la evidencia misma, puesto que para él los actos, en cuanto les sirva de mediador el pensamiento, tienen también en éste su fundamento último.⁸

propriamente, tiene como objetivo producir su des-conocimiento. Una proposición científica se distingue de las anteriores en que mantiene una relación específica con su objeto: tiende a producir su conocimiento. Brevemente, una proposición científica tiene un objeto; una proposición filosófica no tiene un objeto, sino un objetivo; una proposición ideológica tiene a la vez un objeto y un objetivo, que confunde sistemáticamente. En la misma línea, A. Badiou ha propuesto distinguir los "elementos" en que se descom-

⁸C. Marx y F. Engels, "Cartas", en *Obras escogidas*, Editorial Progreso, Moscú, p. 726.

La ideología que aparece en el primer nivel de la conciencia corresponde a la religión natural. La ideología que aparece en el segundo nivel corresponde ya a la división del trabajo en físico y teórico. Y es de este segundo nivel de la conciencia y la ideología de lo que trataremos en este trabajo. Podemos pensar de la ideología como de la conciencia *activa*; conciencia que ya es ejercida con algún propósito, condicionado, desde luego, por la relación social. Tenemos entonces, que cualquier individuo que viva en una sociedad donde, además, esté establecida la división entre el trabajo teórico y el práctico, tendrá una concepción del mundo, una conciencia de su realidad social y natural, de la cual no podrá desprenderse. El simple hecho de intentar poner una delimitación de la ideología, implica una posición ideológica (en el sentido que hemos señalado). L. Althusser señala que aun dentro de una sociedad comunista es imposible que pueda prescindirse de la ideología*. El propio Althusser habla de la urgencia de una definición rigurosa de la ideología**.

Con el desarrollo de las sociedades se desarrollan al mismo tiempo todos estos elementos que hemos mencionado. En particular, se desarrolla cada vez más la división del tra

ponen estos tres tipos de discurso: conceptos (científicos), categorías (filosóficas) y nociones (ideológicas).

Las definiciones funcionales atienden a las funciones desempeñadas por las ideologías con respecto a la sociedad, los grupos sociales y los individuos. A Schaff, por ejemplo, señala el carácter determinante de las ideologías con respecto a las actitudes y los comportamientos de los hombres en relación a los objetivos deseados del desarrollo de la sociedad, del grupo social o del individuo, y se opone a los defensores de la tesis que se ha dado en llamar "el fin de siglo de las ideologías" y su sustitución por "la coexistencia pacífica". (Véase: *ideología, Diccionario Enciclopédico Salvat*, tomo XIII, p.119).

*Ver nota en la página 18 de este trabajo.

**L. Althusser ha señalado la urgencia de tal elaboración, con motivo de la polémica del humanismo y lo que él llama,

bajo y, simultáneamente, van apareciendo reflejos ideológicos sobre ella misma; esto se da desde los grupos tribales hasta las sociedades modernas. Los aspectos ideológicos que conlleva la división del trabajo son particularmente importantes en la práctica científica moderna⁹. Aparejadas a las distintas fases del desarrollo de la división del trabajo aparecen las distintas formas de la propiedad. Esto es, hay una estrecha relación en el desarrollo de la división del trabajo y las distintas formas que va adquiriendo la propiedad en la historia de las sociedades humanas. Estas diversas formas de la propiedad, así como la división del trabajo inherente a ellas, aparecen, primeramente, en las sociedades tribales; más tarde, la antigua propiedad comunal y estatal, que surge de la fusión de diversas tribus para formar una ciudad; posteriormente, la propiedad feudal o por estamentos en la Edad Media; y, finalmente, la moderna propiedad enmarcada dentro de los modos de producción capitalista y de la gran industria. Estas formas de la propiedad y de la división del trabajo son formas de relación social determinadas, siempre, por los modos de producción que a su vez están determinados por las condiciones materiales de existencia de los individuos. Ahora bien, y como ya habíamos dicho, el ser social determinará a la conciencia y, a partir de un determinado momento, esta conciencia (ya como ideología) actua-

siguiendo a Lenin, la "filosofía espontánea de los científicos". Tal definición debe dar razón de la complejidad estructural de toda ideología, en especial de su doble relación: al conocimiento y a la sociedad. Este trabajo definitorio es situado por Althusser en el campo teórico del materialismo histórico, y debe dar como resultado un concepto de la ideología que incluya: a) La necesidad, para toda formación social, de la existencia de un nivel o superestructura ideológica. b) La autonomía relativa de tal nivel y su determinación, en última instancia, por el nivel económico de la producción. c) La existencia de "regiones" (religiosa, moral, jurídica, estética, filosófica,

⁹Véase, por ejemplo, Levy-Leblond, *op.cit.*, p.218.

rá sobre las condiciones materiales de vida y, desde luego, sobre las formas de producción. Las formas y direcciones específicas en las que la ideología incidirá sobre la producción (y desde luego sobre la división del trabajo, la propiedad, etc.), estarán determinadas por los intereses de un sector de la sociedad que es el dominante (dominio sobre la producción); esto es, la ideología dominante es la de la clase dominante. Sólo de esta manera es como se puede entender cuáles son las verdaderas causas del desarrollo de las sociedades. Causas que, por lo general, estarán ocultas por la ideología dominante. Así, la conciencia, y en particular la forma que se manifiesta activamente (la ideología) determinará los productos del pensamiento humano: concepciones del mundo en general y, de manera especial, el conocimiento científico.

etc.) en las ideologías existentes, y de una región "dominante" en cada momento histórico. d) Las diferentes formas de existencia (teóricas, no teorizadas) de las ideologías. e) La función social de las ideologías como "lazo" que une a los individuos y a las clases con las tareas que les son asignadas por la división social del trabajo y con su propia posición, definida por la estructura de clases antagonista. La necesaria falsedad de origen de las representaciones ideológicas, por cuanto el "efecto" propio de su peculiar "mecanismo" se define por el doble objetivo de "conocimiento-desconocimiento", "alusión-ilusión", con respecto al objeto a que hacen referencia. g) La inviabilidad del proyecto de los "ilustrados" de sustituir las representaciones ideológicas por conceptos científicos, proyecto que partía del desconocimiento de uno de los aspectos del "efecto ideológico" (alusión) para centrarse exclusivamente en el otro (ilusión, error). (Véase: ideología, *Diccionario Enciclopédico Salvat*, tomo XIII, p.119).

3. RELACION ENTRE LA CIENCIA Y LA IDEOLOGIA EN LA ANTIGUEDAD

Ya vimos en el capítulo anterior cómo la conciencia estará determinada por el ser social, y éste a su vez por las formas de producción y las condiciones materiales de existencia. Sin embargo, esta conciencia se revertirá sobre sus propias causas y, ya como ideología, reinterpretará sus relaciones con la naturaleza y con la sociedad, de acuerdo a los intereses de una clase social particular. La conciencia y la concepción del mundo que el hombre posee de ir desarrollando a la par de la sociedad, y aquellas siempre estarán determinadas por las formas de relación que se dan en esta última.

La antigua civilización griega nos proporciona el primer ejemplo que trataremos sobre la interrelación de la ciencia y la ideología. El motivo por el cual escogimos este período de la historia es y a riesgo de parecer demasiado obvio- por la importancia que tiene dicha etapa histórica en el pensamiento occidental de todos los tiempos. Ya desde entonces podemos hallar esos dos elementos que permitirán realizar nuestro análisis (materialismo e idealismo), pues están presentes en las diversas concepciones que se dan en la Grecia antigua. Nuestra intención es exhibir cómo las concepciones de la naturaleza (científicas) que tenían los antiguos estaban determinadas por las relaciones y formas de producción de la época. Así mismo queremos mostrar cómo surgen concepciones ideológicas diferentes como resultado de los intereses que poseen diferentes clases sociales en un determinado momento. Así, por ejemplo, el esplendor del pensamiento materialista jónico corresponde al gran auge económico y comercial que tiene lugar en todo el Mediterráneo como resultado de fenómenos económicos y sociales que, entre otras cosas, terminan con la preeminencia de los grandes imperios (Egipto, Babilonia, Creta, etc.). Al mismo tiempo aparecen concepciones conservadoras que tratan de justificar la permanencia y privilegios de una clase social en una época de grandes cambios, como lo es la obra de Parménides, y que más tarde continuarán Platón y Aristóteles. Dis

cutiremos, pues, en este capítulo, la vinculación entre el conocimiento antiguo y las concepciones ideológicas de la época, para más tarde, en el capítulo siguiente, analizar los aspectos fundamentales de la obra aristotélica, darnos cuenta que ésta no es la síntesis del pensamiento anterior y de la época en que vivió Aristóteles-como tradicional y popularmente se nos enseña-, sino que es la interpretación y adecuación que él hace de todo el conocimiento de la época de acuerdo a su concepción del mundo y de la sociedad, y que corresponde a los intereses de la clase social a la que pertenece.

La historia de los antiguos materialistas griegos principia en Jonia al iniciarse la Edad de Hierro. En los comienzos de esta Edad, a mediados del segundo milenio a. n. e., se empiezan a establecer nuevas condiciones que inciden en las formas de producción que harán que este período tenga una importancia crucial en la historia de la humanidad y, particularmente, en la historia de la ciencia.

Durante la Edad de Bronce la civilización se había concentrado en los valles fluviales en donde se asentaban las antiguas culturas (Egipto, Babilonia, India y China). Es a partir del siglo XV a. n. e. cuando, debido a diversas causas técnicas, económicas y políticas, se inicia la transformación de las civilizaciones antiguas en una civilización que abarca la mayor parte de las regiones cultivables de Asia, el norte de Africa y Europa. Los pueblos bárbaros que vivían alejados de los antiguos centros fluviales de civilización no pudieron formar Estados estables en sus propios territorios (que eran en su mayor parte extensos bosques o estepas áridas), debido a que carecían de los medios para lograr una agricultura sedentaria. Fue a mediados del segundo milenio antes de nuestra era cuando estos grupos bárbaros fueron penetrados por las antiguas civilizaciones. Los grupos sociales que penetraron y transformaron las sociedades bárbaras lo hicieron exaltando la propiedad privada, el caudillismo y la fabricación de armas; factores característicos de las ciudades¹. Más adelante serán las viejas civilizaciones

¹Cf. J. D. Bernal, *La ciencia en la historia*, op. cit., p. 163.

las que serán destruidas por los otrora pueblos bárbaros (a excepción del imperio chino, protegido por su lejanía y su inaccesibilidad geográfica).

Estas emigraciones de grupos sociales coincidieron con el descubrimiento y explotación del hierro. El fenómeno de la aparición del hierro favoreció notablemente dichos movimientos migratorios. No obstante lo anterior, los inventos e innovaciones introducidas durante la Edad de Hierro no fueron tan grandes ni tan notables como los que se produjeron en los inicios de la Edad de Bronce. Dondequiera que apareció la civilización del hierro fue menos pacífica y ordenada que la del bronce, pero más racional y flexible. Rápidamente se extendió el uso y la explotación de un metal más abundante y económico que el bronce. Factores que intervinieron en esta extensión fueron la aparición de jinetes (domesticación de caballos en las estepas por los bárbaros) y la fabricación de navíos; este último provocado por las propias innovaciones técnicas del hierro. Esta amplísima difusión de la explotación del hierro, provocada también por la facilidad de su obtención, tuvo como consecuencia que desapareciera el monopolio de la civilización por parte de los antiguos imperios fluviales.

La primera vez que se utilizó el hierro y para qué, es algo que permanece en el misterio. Parece ser que el primer tipo de hierro que se obtuvo fue el de los meteoritos, tratado por medio del calentamiento y el martilleo, como el cobre; aunque en esta forma era demasiado escaso. Al parecer, en donde se fundió por primera vez el hierro en cantidades que ya permitían su utilización fue en un lugar del Cáucaso, por los miembros de la legendaria tribu de los cálibes, en el siglo XV a.n.e.; sin embargo, fue hasta el siglo XII a.n.e. cuando se fundió en cantidades suficientes para que su uso resultara económico y se hiciera técnicamente decisivo².

Así como existe un aspecto destructivo en la civilización del hierro, que es la construcción de armas, hay uno constructivo: la fabricación y utilización del hacha y del

²Cf. *Ibid.*, p. 164.

arado con el consiguiente desarrollo de la agricultura. Factor que también contribuyó a terminar con la preeminencia de las antiguas civilizaciones³. El primer pueblo que aprovecha las condiciones que impone la Edad de Hierro es el de los fenicios. Pueblo que vive y se desarrolla a través del comercio y la navegación. Es este pueblo de navegantes y comerciantes al que se le atribuye el primer alfabeto de la historia humana. De paso podemos ver aquí un ejemplo más de cómo la conciencia del hombre es determinada por sus relaciones sociales y de producción.

Si bien el primer pueblo que comenzó a aprovechar las condiciones de la Edad de Hierro fue el fenicio, el que mejor provecho sacó de ellas fue el griego. Su situación geográfica, las grandes emigraciones características de la Edad de Hierro y el impulso dado a la navegación con la construcción de navios aprovechando el hierro, propiciaron que los clanes helenos mantuvieran contacto con otras civilizaciones y las penetraran: primero, las ricas culturas de Creta y Anatolia, y, más tarde, las de Egipto y Babilonia. La cultura campesina griega era del mismo tipo que la del resto de Europa, y no podía sostenerse ante las culturas que ella misma iba descubriendo, tomando de cada una lo que consideraba mejor⁴.

Fue, a través de este intercambio y de esta penetración del pueblo griego a las ricas y variadas civilizaciones de la costa mediterránea, como se inició la etapa de esplendor de Grecia, y que llevaría a la construcción de la primera gran ciudad-Estado.

Algo más sobre el punto de la localización geográfica de Grecia, es que ofreció la ventaja de estar apartada de la influencia conservadora de las viejas civilizaciones y, al mismo tiempo, la de poder utilizar más ampliamente y libremente sus tradiciones. Al empezar a desarrollarse la cultura griega, ésta estuvo protegida (por su pobreza, su lejanía y su poderío naval) de los ejércitos *terrestres* de los medas y de los persas, que eran sucesores bastante menos cultos pero más militaristas de los antiguos imperios

³Cf. *Ibid.*, p. 167.

⁴Cf. *Ibid.*, p. 178.

El griego fue un pueblo que siempre conservó y se apropió (aunque fuera de manera inconsciente) los conocimientos de las grandes culturas y que eran despreciados por lo grandes imperios egipcio y babilónico, enfrascados en guerras destructivas durante decenas de años. Pero no sólo fue esto, sino que con un gran interés transformaron todos esos conocimientos en algo que resultó más simple, más abstracto y más racional. Prueba de todo esto es que el conocimiento que poseemos sobre los antiguos imperios nos llega a través de la civilización griega, y el conocimiento de ellos que hemos recibido directamente a través de sus propios documentos, nos ha llegado demasiado tarde como para influir en nuestra civilización.

La cultura que se desarrolló en territorio griego durante los siglos XII al VI a.n.e. fue una cultura unificada, la cual tomaba lo que consideraba mejor de las culturas con las que entraba en contacto; además, en esta cultura estaba la propia contribución griega. La cultura griega clásica -como ahora la denominamos- fue eminentemente sintética y no una mera continuación de las anteriores sino algo decididamente nuevo. Las grandes contribuciones de la cultura clásica fueron sus instituciones políticas (en especial la democracia) y sus ciencias naturales (las matemáticas y la astronomía).

Ya habíamos mencionado que el éxito de una determinada corriente científica no depende de su grado de "veracidad" ni de su "objetividad", sino de su adecuación con la estructura social de la época. Pues bien, en esta época del desarrollo de la cultura clásica es en donde aparece el materialismo jónico que corresponde a una cultura griega de grandes realizaciones, con una ciencia materialista que en ningún momento se servía de la existencia de dioses para fundamentarse. En contraste con esto, a la época de la decadencia de Atenas le corresponde la ciencia arisotélica, ciencia de un carácter totalmente idealista, respaldada por la filosofía platónica.

Es precisamente la interpretación que hace Aristóteles de los antiguos filósofos, reduciendo todo su pensamiento a un monismo materialista, la que se acostumbra en señar tradicionalmente, y es por eso que todos aceptan que los antiguos griegos fueron grandes pensadores pero

pobres realizadores. En este sentido cabe aquí mencionar la opinión de Benjamín Farrington:

Todos están de acuerdo en que los griegos fueron gran des pensadores. Que nadie piense que me propongo discutir ese hecho; pero se sostiene con frecuencia que los griegos fueron tan pobres realizadores como grandes pensadores. Sí deseo refutar tal creencia. Quiero, sí, afirmar que el mejor pensamiento de los griegos fue compañía y sostén de una actividad pujante. Hoy en día los espíritus librescos han perdido el sen tido de toda la intelectualidad que existe fuera de los libros. Una granja, una fábrica, una máquina, un barco, el eje trasero de un automóvil, una carretilla o una caña de pescar no se consideran conquistas inte lectuales. No. El filósofo sentado en su estudio, mir mura:

"My days among the dead are passed.
Around me I behold,
Where'er these casual eyes are cast,
The mighty minds of old."*

Todos estos "potentes espíritus" se encuentran entre las dos tapas, y no niego que algunos de los griegos antiguos compartían la misma ilusión; pero no todos. Nunca Esquilo, cuyo *Prometeo* enumera con detalles tan pintorescos todos los oficios que ha enseñado a los hombres. Tampoco Sófocles, que celebró la increíble inventiva técnica del hombre. Ni Herodoto, que dedica un capítulo especial de su his toria a la isla de Samos por contar con tres de las más grandes obras de ingeniería. Ni Jenofonte, que nos ha legado una descripción entusiasta del variado equi po y la exquisita organización de las naves fenicias. Ni los médicos hipocráticos, cuya disciplinada habilidad manual fue la base de tantos éxitos. Ni Anaxágoras, quien comprendió que la mano había jugado un

*Han pasado mis días entre los muertos, /a mi alrededor con templo, /dondequiera que dirijo la mirada, /los potentes espíritus de antaño.

papel decisivo en la evolución del hombre a partir de la bestia.⁵

El pensamiento de los antiguos griegos que fue "compañía y sostén de una actividad pujante" partía de las técnicas y actividades productivas cotidianas. Los filósofos jónicos interpretaban y explicaban los fenómenos de la naturaleza en estos términos: el arado, el torno, el cepillo del carpintero, los remos de los navíos, etc. He aquí, cómo la conciencia, la concepción del mundo de un pueblo, está determinada por las condiciones materiales de existencia y las relaciones de producción; en otras palabras, por el ser social. Testimonio de lo anterior lo podemos hallar en la obra *De rerum natura* (*De la naturaleza de las cosas*)⁶, del poeta romano Lucrecio (95-44 a.n.e.), seguidor de Epicuro, en donde hallamos ejemplos que nos muestran cómo a través de las técnicas productivas cotidianas los filósofos tradicionales griegos construyeron lo que pensaron era un conocimiento verdadero de la naturaleza*.

La ciencia de Mileto no se desarrolla después que se han satisfecho necesidades y refinamientos, con la finalidad de estudiar y descubrir las primeras causas en la naturaleza tal y como dice Aristóteles- sino que se desarrolla precisamente en el transcurso del proceso productivo que tiene como finalidad principal la satisfacción de esas necesidades; proceso que tiene como marco una época de gran

⁵B.Farrington, *Mano y cerebro en la Grecia Antigua*, Edit. Ayuso, Madrid (1974) p.15.

⁶Tito Lucrecio Caro, *De la naturaleza de las cosas*, Colección "Nuestros Clásicos" No.54, UNAM, México (1981).

*En contraste con esto, tenemos la interpretación y concepción aristotélica que consideraba que el conocimiento verdadero de la naturaleza, las ciencias, no eran actividades productivas ni se dirigían a satisfacer ninguna necesidad ni refinamiento, sino que "se ocupan de las primeras causas y principios, y son llamados con propiedad *sábiduría*". Y es esta sabiduría el objeto central que Aristóteles desarrolla en los capítulos de su *Metafísica*.

progreso económico y político. Esta ciencia tiene como finalidad la de elaborar una explicación de los fenómenos naturales a través de procesos que le son del todo familiares y conocidos a los hombres; procesos que demostraban su éxito en las actividades productivas.

La ciencia de los antiguos milesios constituye una *mutación* en el pensamiento humano. Pero esta mutación no es -como erróneamente se cree- el abandono de la mitología para dar paso a una explicación racional de la naturaleza. El paso verdaderamente revolucionario es la exaltación del conocimiento práctico para hacer de él un método de conocimiento de los fenómenos naturales⁷.

Ilustraremos lo anterior con una cita de B. Farrington:

La inspiración fundamental de los milesios fue la noción de que todo el universo actuaba en la misma forma que las pequeñas porciones conocidas por el hombre. Los vastos fenómenos de la naturaleza, aterradores en su regularidad o en su capricho, en sus beneficios o en su potencia destructora, habían pertenecido al dominio del mito; ahora se los contemplaba como no esencialmente distintos de los procesos familiares al labrador, al cocinero, al alfarero y al herrero. Tal cosa suponía, por un lado, un recio desafío a la majestad de los fenómenos celestes, y por el otro, una repentina exaltación de la inteligencia y del poder del hombre. Todas las técnicas humanas adquirieron un doble carácter; seguían siendo los métodos tradicionales aceptados para lograr algún mezquino fin práctico, además resultaban una revelación de la verdadera naturaleza de los fenómenos del cosmos. Los procesos indagados por los hombres en la Tierra eran la clave de toda la actividad del universo.

Cabe preguntarse cómo es que no se ha reconocido inmediatamente-en los fragmentos que se conservan- que éste es el carácter de la primitiva ciencia griega. La respuesta debe buscarse en que la primera referencia

⁷Cf. B. Farrington, *Mano y cerebro en la Grecia Antigua*, op. cit., p. 26.

sistemática de las opiniones de los pensadores primitivos la debemos a la pluma de un hombre que se interesaba en ellos, fundamentalmente en la medida en que los mismos pudieran ilustrar su propia concepción del mundo. Estamos forzados a contemplar a los primeros pensadores griegos a través de un medio que los deforma, como lo es la obra de Aristóteles. [...], un erudito americano, Harold Cherniss* emprendió una laboriosa investigación sobre el carácter y magnitud de esa distorsión. Observó que la presunción de Aristóteles, de "que todas las teorías anteriores habían sido balbucientes intentos de expresar las suyas propias, le llevó a interpretar esas teorías fuera de toda semejanza con su forma original"; resultando que Aristóteles "falsea la historia de la filosofía al atribuir a los pensadores más antiguos una concepción de identidad estrictamente lógica". Aristóteles redujo todas las teorías jónicas a la fórmula del monismo materialista. Cherniss no encuentra en ellas absolutamente ninguna evidencia de monismo materialista. "Parecen constituir, en cambio, un planteamiento sólido y sensato al problema del cambio" En resumen, Cherniss llegó a la conclusión que "el papel asignado por Aristóteles en sus escritos a las teorías presocráticas, no sólo tergiversa los detalles, sino que ignora los problemas que esas teorías debían afrontar y vela la vinculación entre unas y otras doctrinas".⁸

El mismo Cherniss al tratar de caracterizar a la ciencia jónica-refutando la afirmación de Aristóteles que la reducía al monismo materialista-dice que los antiguos pensadores griegos estaban interesados en *toda clase* de fenómenos naturales. Tal afirmación resulta exagerada, porque estudiar *toda clase* de fenómenos naturales es una labor con una infinidad de objetivos. Aquí conviene revisar cuál

**Aristotle's Criticism of Presocratic Philosophy*, Baltimore (1935).

⁸B. Farrington, *op. cit.*, p. 27.

era la clase de fenómenos que interesaban a los milesios y cómo los describían y explicaban.

En el proceso de conocimiento podemos distinguir, a la vez, dos clases de procesos, ambos interrelacionados de una manera muy estrecha y complicada: la percepción y la comprensión. El primero es una suma muy compleja de acontecimientos; y el segundo es un proceso de análisis, también muy complicado y en el que intervienen factores de muy variada índole, dentro de los cuales sobresale, en el fondo, la conciencia del mundo que tienen diferentes individuos en distintas épocas y en distintos lugares. La ciencia, en la medida que va progresando, se va proveyendo de conceptos que constituyen una herramienta que permitirá explicar cada vez mejor la realidad, y junto a esta herramienta intelectual, y en ocasiones delante de ella, aparecen las herramientas materiales. Es por eso que para entender más cabalmente cómo es la ciencia y, en general, el conocimiento, se debe tener en cuenta lo anterior porque "la contemplación del universo misterioso significa cosas muy distintas en diferentes épocas, y al laborioso progreso de la ciencia-que depende de muchos complicados factores sociales- no le basta con la audacia"⁹.

Para ilustrar todo lo que hemos mencionado de las características de la ciencia jónica B. Farrington nos ofrece, en su libro *Mano y cerebro en la Grecia Antigua*, ejemplos de cambios que ocurren en la naturaleza. Tales ejemplos provienen de la obra del poeta romano Lucrecio, seguidor de Epicuro que nos presenta una imagen al parecer muy fiel de la interpretación que hace su maestro de los antiguos filósofos. (Es importante señalar que la obra de Lucrecio se conoce en forma casi íntegra y constituye un documento muy valioso para el conocimiento del pensamiento antiguo). Los ejemplos que analiza Farrington son: 1) los ríos que erosionan sus márgenes; 2) los fuertes vientos que se apoderan de las aguas superficiales de los mares; 3) los rayos del sol que evaporan los mares; y 4) la supuesta acción filtrante de la tierra para con la sal de las aguas.

⁹Ibid., p. 30.

Dado que B. Farrington nos expone magníficamente estos ejemplos, reproducimos en forma íntegra el texto:

El primer proceso: La erosión de los márgenes por los ríos, es descrita con estas palabras: *Ripas radentia flumina rodunt*. Esto suele traducirse: los ríos al deslizarse carcomen los márgenes. Sostengo que esto constituye una mala traducción. La palabra *radentia* no es aquí un poético epíteto descriptivo, sino un vocablo funcional; no significa *deslizarse* encima, sino *raspar*. El sentido es: los ríos erosionan sus márgenes raspándolos. Contribuye a confirmar esta interpretación el hecho que *ramenta* (limaduras o virutas) es la palabra latina que designa al oro aluvial que se encuentra en los ríos*. Llegamos en segundo lugar a la acción del viento sobre las aguas superficiales. Aquí el texto latino es: *Validi verrentes aequora venti diminuant*; lo que se traduce generalmente: los vientos, al barrer sobre el mar lo disminuyen. Cabe preguntarse ¿cómo lo disminuyen? Lucrecio nos brinda la respuesta. Los *validi venti* cumplen una función muy propia de ellos: *verrunt*, esto es: *cepillan* el mar. La palabra no se limita a expresar la noción poética que *so* breentendemos al hablar de los vientos que barren sobre el mar; pues no barren *sobre* el mar, barren al mar mismo. Es la concepción de Francis Bacon en la deliciosa introducción a *Historia Ventorum*, donde dice de los vientos: *terrea autem (quae gentis humanae sedes est et domicilium) scopae sunt*: La Tierra es el hogar del hombre, y los vientos son las escobas que lo limpian. Lucrecio quiere decir que las brisas son escobas que barren el mar. Al llegar al tercer tópico: la acción del sol sobre el agua, utiliza una frase muy notable. Describe con estas palabras el proceso de evaporación por el sol: *radiis retexens aetherius sol*. Munro traduce libremente: el sol descompone el mar con sus rayos. *Retexere* significa en latín tanto *rayo* como *lanzadera*. He aquí un juego de palabras. Se dice que el

*Plinio, H.N. XXXIII, 4(21)66.

sol desteje el agua con sus rayos como lanzaderas. Ello implica que el mar es una especie de tela, una tela tejida; concepto que aparece claramente expresado en otra parte del poema*. También es importante el epíteto aplicado al sol: se lo llama *aetherius*, y el éter es el elemento identificado con el fuego. El fuego es el más activo de los elementos, y su acción sobre los elementos, más inertes y pasivos que él, es precisamente la de destejer sus tramas. Llegamos así al cuarto y último de los procesos elegidos para examinar. Algunos entre los antiguos supusieron que el océano fuera la fuente de todos los ríos. Esto los enfrentaba con varios problemas: entre otros, el hecho que el agua del mar fuese salada, y dulce la de los ríos. Intentaron resolver ese problema diciendo que la tierra es una especie de filtro que retiene la sal del mar**. Tal es el sentido de la frase de Lucrecio: *percolatur virus*, la sal es filtrada. Hemos visto cómo explica Lucrecio cuatro procesos naturales, para descubrir las herramientas analíticas de que se ha valido para interpretarlos, y nos encontramos con lo que habríamos esperado encontrar habituados a pensar históricamente. Descubrimos una colección de los sencillos utensilios con los que el hombre de aquella época trataba de adaptar el medio ambiente a la satisfacción de sus necesidades. Hacemos la escofina, el cepillo, la lanzadera y el filtro.¹⁰

Tal vez, al terminar de leer el texto precedente, alguien sonría indulgentemente pensando en la simpleza e ingenuidad de estas interpretaciones; pero no es el caso analizar lo correcto o lo incorrecto (a nuestros ojos) de tales interpretaciones, sino tratar de entender lo que ocurría en la mente de los antiguos pensadores cuando contem

*v, 93 y 94.

**Aristóteles, *Meteorológica*, II, 2.

¹⁰B. Farrington, *op. cit.*, p. 31.

plaban el misterioso universo. No era posible para ellos adelantarse a las posibilidades técnicas de su época. La interpretación que ellos hicieron de los fenómenos de la naturaleza que les interesaban (no de todos) tenía que ser a la luz de las posibilidades técnicas e intelectuales de su tiempo. Pensemos por un momento en cómo interpretan actualmente los astrónomos las observaciones que hacen de los fenómenos que ocurren a millones de años-luz de nuestro planeta; a saber: los agujeros negros, los cuasares, los pulsares, etc.

Para tener un panorama más completo de la ciencia jónica, e inclusive mostrar antecedentes de la corriente idealista iniciada por Platón, hablemos de algunos filósofos jónicos en particular y también de aquellos otros que presentaron ideas opuestas a ellos.

El primero de los filósofos de Mileto que dejó escritos fue Anaximandro (siglo VI a.n.e.), discípulo de Tales, quien nos da una descripción de la formación del mundo. Esta descripción muestra a los elementos separándose de una masa original indeterminada. El primer elemento que se separó fue el fuego, envolviendo todo lo demás. Posteriormente, y debido a la acción del fuego, se realizó la siguiente separación. El fuego provocó vapor que rompió la propia envoltura de fuego que rodeaba al mundo; este vapor arrastró los fragmentos y formó tubos de niebla con torbellinos de fuego girando alrededor del mundo. El cuadro resultante era de una Tierra flotando en el mar con una forma de cilindro corto. Alrededor giraba el fuego, y los cuerpos celestes eran aberturas en los tubos de niebla, por donde escapaba el fuego. Los estudiosos de la antigua cultura griega no han dejado de advertir los conceptos derivados de las técnicas. La antigua mitología también hacía uso de las técnicas cotidianas para construir su cosmología, en este caso la rueda. Suponían al sol viajando diariamente a través del cielo en un carruaje. Sin embargo, la referencia técnica que utiliza Anaximandro es la rueda del alfarero, provocando con esto el rechazo de las corrientes conservadoras de la época y posteriores: en la obra *Las nubes*, de Aristófanes, se levanta una protesta, no contra el racionalismo, sino contra la interpretación de los fenómenos naturales a la luz de las técnicas

más humildes¹¹.

Anaxímenes, sucesor de Anaximandro, siguiendo en la misma línea de su maestro, realizó avances importantes: Anaximandro había legado el concepto de cuatro sustancias cualitativamente diferentes; Anaxímenes pensó que estas diferencias cualitativas podrían deberse a diferencias cuantitativas. Pensó que el fuego al volverse más denso se convertía en aire, el aire se convertía en agua y ésta en tierra al variar su densidad. ¿De dónde pudo haber sacado esta idea? Farrington opina que de la construcción de fieltros, tal y como se fabricaban en Mileto, su ciudad natal, famosa por su industria lanera. En la fabricación de fieltros, el flojo tejido se calienta y se somete a presión, y aumenta su densidad al irse comprimiendo. Otro de los avances que logró Anaxímenes respecto a su maestro, que había clasificado los elementos según su densidad, de la tierra, en el centro, hacia el fuego, en el exterior, fue el considerar constituidos de tierra a los cuerpos celestes. Lo anterior como una explicación a la caída de meteoritos. Esta posibilidad de la existencia de cuerpos constituidos del elemento más denso en el cielo es sugerida por la existencia de la honda. Según Farrington este fue un triunfo de lo que él ha llamado "la interpretación operacional de la naturaleza". Más adelante, como veremos, Platón se esfuerza en toda su obra por "barrer del cielo la tierra y las piedras". El mismo Aristóteles construye un cielo con cuerpos celestes formados por un quinto y sutil elemento: el éter. Vemos entonces, una vez más, que la clave en la interpretación de la realidad se derivaba, para los pensadores jónicos, de la rueda del alfarero, del fuelle, del horno y de la honda.

Analizando con un poco de detenimiento los ejemplos de las técnicas de los jonios que hemos visto hasta aquí aceptaremos que eran algo muy distinto de una simple observación de los fenómenos de la naturaleza, pero no constituyen de ninguna manera una experimentación sistemática. Podríamos decir que de las técnicas cotidianas se de

¹¹Cf. B. Farrington, *op. cit.*, p. 36.

rivaban sugerencias que luego eran aplicadas con gran audacia para elaborar una explicación de los fenómenos naturales; no obstante, estas sugerencias eran sumamente vagas.

Para continuar este estudio de la etapa jónica de la Antigua Grecia citemos algunos hechos que demuestran el período de gran prosperidad y desarrollo social de la civilización de los jonios.

Esta prosperidad fue tan notable que llegó un momento en que el territorio jónico fue desbordado y se convirtió en el centro de uno de los movimientos colonizadores más importantes que registra la historia. Por todo el Mediterráneo estaban diseminadas sus colonias durante el siglo VI a.n.e., desde lo más recóndito del Mar Negro hasta España. La ciudad de Mileto fue la capital de ochenta estados¹².

De esta progresista civilización surgió la ciencia griega. Como muestra de ello podemos citar a Anacarsis de Escitia-contemporáneo de Tales y Anaximandro- que fue famoso por sus inventos o mejoras del ancla, el fuelle y la rueda del alfarero; a Glauco de Quíos, quien inventó la técnica de la soldadura del hierro; a Quersifrón de Cnoso y su hijo Metagenes quienes, a mediados del siglo VI, construyeron el templo de Diana en Efeso. Herodoto menciona tres grandes obras de la época en la isla de Samos: la perforación del monte Kastro por Eupalino de Megara; la construcción de una gran escollera en el mar, para proteger el puerto; y la construcción del mayor de los templos que jamás viera el mismo Herodoto. Todas ellas obras del arquitecto Reco de Samos.

Teodoro de Samos, hijo de Reco, fue uno de los más grandes ingenieros e inventores de todos los tiempos. A él se atribuyen las invenciones del nivel, la escuadra, la regla, el torno*, la llave, un método para pulir la superfi

¹²Cf. *Ibid.*, p. 50.

*Si es que eso significa τόρνος. No hay evidencia de que los griegos conocieran el torno. (Nota aclaratoria que aparece en la página 51 del libro de B. Farrington últimamente citado).

cie de las piedras preciosas, una técnica para consolidar los suelos pantanosos para que admitan los cimientos de las grandes construcciones, etc. Pero sobre todo, se le atribuye el mérito principal de la invención y perfeccionamiento del fundido del bronce. Aquí Casson señala que hay implícitas "una serie de invenciones lógicamente desarrolladas, que culminan todas en el proceso final, intrínseco y laborioso, que ha subsistido sin modificaciones— e imposible de modificar en principio— hasta nuestros días... Sólo una persona habituada a valerse de sus manos y de su talento en perfecta combinación pudo haber logrado en aquel entonces alcanzar un proceso tan complicado"¹³.

La naturaleza se caracteriza por que en ella está siempre presente el movimiento, por ser algo mutable; esto siempre ha sido cierto, sin embargo nunca hasta entonces el hombre había sido un agente tan activo e independiente de ese mismo cambio. Lo anterior motivó el interés de los griegos por el problema del movimiento, más que la propia mutabilidad de la naturaleza. "Los hombres que edificaron las ciudades de Jonia eran de un tipo nuevo, ya que habían logrado una considerable ampliación del dominio del hombre sobre la naturaleza"¹⁴.

Los filósofos de Mileto eran hombres de su época. Tales ya era famoso dos siglos antes de que Aristóteles lo presentara en escena como el primero de los metafísicos, sin haber tenido jamás este carácter. Cuenta Herodoto que fue el ingeniero que por encargo de Creso había desviado el curso del río Halys, también fue el astrónomo que predijo el año de un eclipse de sol, o el hábil consejero político de la confederación jónica que propuso la pronta creación de una capital común en Teos. También se dice de él que introdujo una técnica perfeccionada de navegación, tomada de los fenicios. Incluso Platón, en *La república*, lo presenta como un ingenioso inventor. Anaximandro, el segundo de los jonios, fue el primero en escribir un libro *De la naturaleza*; además, también fue el primero en trazar un mapa, y condujo una de las expediciones que fundó

¹³S. Casson, *The Technique of Early Greek Sculpture*, cap. VII.

¹⁴B. Farrington, *op. cit.*, p. 52.

una colonia lejana. Todavía un siglo después Mileto seguía dando al mundo hombres semejantes: filósofos que eran, sobre todo, hombres de acción y grandes realizadores. Hipodamo, el más grande de los urbanistas de la antigüedad, puede calificarse de ingeniero pitagórico. Sus innovaciones urbanísticas tuvieron como fuente a su pensamiento filosófico¹⁵.

Tomemos ahora un ejemplo que, por un lado, confirmará todo lo que hemos dicho de los filósofos jónicos y, por otro, mostrará cómo es determinante para la conciencia y la visión del mundo que se posea los intereses de clase y las condiciones materiales de existencia; intereses y condiciones que están en estrecha relación con las formas de producción de una época dada. Tal ejemplo aparece en el libro X de *Las Leyes*, en donde Platón resume brillantemente y en forma sucinta las características principales de la tradición científica anterior a él, con la intención de acabar con ella de una vez y para siempre. Es un diálogo entre un ateniense desconocido y un cretense llamado Clinias:

Según ciertos filósofos—dice el ateniense—las cosas más grandes y más hermosas que existen parecen el producto de la naturaleza y el azar. Sólo las cosas menores son producto de la inventiva. La inventiva, imitando la labor de la naturaleza al realizar aquellas grandes cosas, concibe y forma esas pequeñas cosas que llamamos productos del arte.

A continuación, y a petición de Clinias, quien dice no entender, el ateniense ofrece ser más explícito:

Según esos filósofos, los elementos: el Fuego, y el Agua, y la Tierra y el Aire han existido naturalmente y por azar, no por obra de una intención. En consecuencia, los cuerpos que provienen de ellos: el mundo, el sol, la luna y las estrellas aún están constituidos por esos elementos absolutamente inanimados cuando, en el curso de sus combinaciones casuales, se

¹⁵Cf. *Ibid.*, p. 53.

encuentran en las relaciones apropiadas. En ésta y no en otra forma se han hecho los cielos y todo cuanto hay en ellos; y todos los animales y las plantas, y las estaciones. No por una providencia, observe usted, ni por dios alguno ni por obra de una intención, sino-le repito-por obra de la casualidad y la naturaleza. Ellos pretendían que la intención, o arte, nació después: concepción mortal que, con elementos mortales, crea ciertas fursilerías que no participan en alto grado de la verdad, tales como la pintura, la música y las artes semejantes. *Pero sólo aquellas, de entre las artes, que producen algo importante son las que, como la medicina, la agricultura y la gimnasia, suman su poder al de la naturaleza.*

Es así descrita, por el mismo Platón, la concepción del mundo de los filósofos jónicos, que es determinada por las condiciones económicas y materiales así como por las relaciones productivas que se dieron, como ya hemos visto, en una época de la historia del mundo. Esta concepción se caracteriza por reflejar la gran *estabilidad* que ofrece la naturaleza en su incesante *cambio*. Cambio al que se opondrán continuamente la aristocracia y la nobleza de Atenas, que siempre verán con espanto a la sociedad democrática

Demos ahora un vistazo al marco social y económico en el cual se dio el desarrollo de la ciudad-Estado de Atenas.

La intensa actividad económica y comercial que se desarrolla en los siglos VII y VI a.n.e. fortalece las posiciones políticas de los comerciantes y artesanos frente a la aristocracia y la nobleza, contribuyendo así al advenimiento del estado democrático y a la consolidación de la *polis*. Aparece, por un lado, esta clase media deseosa de tomar parte en el gobierno de la ciudad; por otro lado, había una gran masa campesina cuyas condiciones de vida eran cada vez más pobres. Estos campesinos tenían que enfrentarse con el problema de la competencia que representaban los productos agrícolas traídos de otros países por los comerciantes; y al ser incapaces de competir, sus apuros económicos eran cada vez más apremiantes y esto los hacía caer bajo el dominio de la nobleza. De esta manera, mientras

las clases enriquecidas y los artesanos que resultaron favorecidos por el intenso comercio reclamaban sus derechos políticos, la gran masa campesina y de jornaleros exigía la repartición de las tierras y la abolición de las deudas. En estos momentos de agitación social y política surgieron, en la mayoría de las ciudades griegas, los legisladores (Solón en Atenas, Pítaco en Mitilene) y los tiranos (Pisístrato en Atenas); gente salida de la aristocracia y que, presionados tanto por la nobleza terrateniente como por los comerciantes y artesanos así como por el pueblo, se limitaron a actuar como árbitros pacificadores, gobernando moderadamente y no llevando a sus últimas consecuencias el programa de reparto de tierras y de abolición de las deudas que los pequeños campesinos exigían.

A pesar del incumplimiento de sus promesas, la tiranía hubo de hacer frente a la incesante pujanza de la nobleza, que en ocasiones logró recuperar el poder. En Atenas la aristocracia hizo un último intento por recuperar el poder, pero fracasó ante la oposición del pueblo y la clase media, que implantaron la *democracia* con las reformas de Clístenes en los años 508 y 507 a.n.e. En este período, el *demos* pudo dedicarse a los asuntos del Estado, dejando las actividades productivas en los esclavos y en los semilibres¹⁶.

Mientras en Atenas se desarrollaba una intensa lucha de clases que resultó en la gran invención de la democracia, en Esparta, la otra poderosa ciudad-Estado griega, persistía un régimen oligárquico-militar que permanecía impermeable, pero muy atento, a todos los cambios que ocurrían en la sociedad ateniense. Tan es así que algunos de los intentos de la aristocracia ateniense por llegar al poder estuvieron apoyados por Esparta, que en esos momentos era el Estado griego más poderoso. La guerra entre atenienses y espartanos era inminente y no estallaba debido al peligro que los obligaba a unirse ante el invasor.

En el año 540 a.n.e. Persia invade las colonias griegas en el Asia Menor, poniendo en peligro el suministro de cereales a la ciudad ateniense. Durante los años 499 a

¹⁶Véase: Grecia, *Enciclopedia Universal Salvat*, tomo XII, p. 207.

494 Atenas apoya la sublevación de las colonias jónicas en Asia Menor contra Persia, decidiéndose el emperador persa Darío a iniciar la conquista de Grecia. De 493 a 481 tiene lugar la primera guerra médica, y en la histórica batalla de Maratón el ejército ateniense, al mando de Milcíades, derrota a una expedición persa que pretendía apoderarse de Atenas. En la segunda guerra médica (480-449) en la que todos los estados griegos se unieron frente al enemigo común, los persas fueron derrotados en las batallas navales de Salamina (480) y de Mícale (479); persistiendo el peligro persa hasta el año 449.

Durante este período que acabamos de mencionar hay un rompimiento de la tradición científica jónica; hecho que se explica por la invasión persa a territorio jónico. Aparece, a cambio del materialismo jónico, el misticismo en la ciencia a través de Pitágoras (580-500 a.n.e.) cuya obra, en su carácter puramente matemático, formará con el concepto de número una de las bases de la ciencia moderna, y en su carácter místico y completamente idealista, será uno de los fundamentos del pesamiento platónico.

En palabras de Bernal podemos ilustrar la importancia de la obra pitagórica:

El triunfo de la escuela jónica original fue el haber formulado una concepción del universo, incluyendo su formación y su actividad, sin hacer intervenir a los dioses o al destino. Su debilidad básica la constituían su vaguedad y su carácter puramente descriptivo y cualitativo. Por sí misma, no podía conducir a ninguna parte, ni tampoco se hubiera podido hacer con dicha concepción nada concreto. Lo que se necesitaba era introducir el *número* y la *cantidad* en la filosofía¹⁷.

Esa necesidad fue satisfecha por la escuela pitagórica, la cual cambió el rumbo de la filosofía y ciencia griegas, derivándose dos vertientes enteramente opuestas. Por un lado, sus aspectos más abstractos y lógicos fueron tomados por Parménides, quien combinándolos con ingredientes

¹⁷J.D.Bernal, *La ciencia en la historia*, op.cit., p.191.

místicos formaron parte importante-como ya dijimos-del pensamiento de Platón; por otro lado enteramente diferente, el concepto de número de los pitagóricos al recibir una interpretación materialista conducirá a Leucipo y a Demócrito a plantear su teoría atómica¹⁸.

En el año 540 a.n.e. los persas invaden las colonias griegas en el Asia Menor, iniciándose el término de la rica tradición jónica en la ciencia y en la transformación de la naturaleza en beneficio del hombre. Más tarde, la propia ciudad de Atenas se ve convulsionada por cambios sociales; el hombre griego ve cómo no sólo la naturaleza cambia, también las sociedades y sus ciudades; el hombre mismo no escapa al cambio, al movimiento.

Heráclito de Efeso (536-470 a.n.e.) aparece como un personaje sumamente vago y misterioso. Todo lo que escribió lo hizo a través de sentencias que se caracterizan por lo enigmático: "...el Señor cuyo oráculo está en Delfos, ni dice, ni oculta sino hace señales"; "La eternidad es un niño que juega a las tablas: de un niño es el poder real". Estos son ejemplos de sus escritos, de los que se conservan sólo fragmentos; no obstante, se conocen los rasgos fundamentales de su filosofía.

Es el primero en el cual aparece ese intento globalizador de la filosofía de poder explicarlo todo. Es el filósofo del cambio, tuvo como divisa la expresión πάντα ῥεῖν το fluye¹⁹.

Podemos decir de Heráclito que es el primero que se dedica a la especulación metafísica (a diferencia de los realizadores jónicos). También es el primero que elabora una teoría del conocimiento en forma explícita al socavar la autoridad de los sentidos para alcanzar el conocimiento. Heráclito plantea que todo es movimiento y que nuestros sentidos (los ojos y los oídos) pueden engañarnos en el intento de alcanzar la verdad, pero que si miramos bien nos podremos dar cuenta de lo que permanece durante el cambio. Esto lo podremos hacer mediante la razón, mediante el *logos*, que es lo que se dará cuenta de las "señales que hace

¹⁸ Cf. *Ibid.*, p. 195.

¹⁹ Cf. *Ibid.*, p. 189.

la naturaleza". Para Heráclito es el filósofo el que, a través de mirar correctamente, conocerá lo *uno* de las cosas. (Recordemos que la propia palabra "teoría", que proviene del griego, significa "contemplar", "ver bien". El propio Platón llamará al filósofo *Philothéamón*, "mirón empedernido"). Heráclito nos dice en sus fragmentos: "Malos testigos los ojos y los oídos para los hombres que tienen almas de bárbaros" (fragmento 4); "...escuchando sin comprender se semejan a los sordos: de éstos atestigua el proverbio que estando presentes están ausentes" (fragmento 3); "La masa no se fija en aquello con que se encuentra, ni lo nota cuando se le llama la atención sobre todo, aun que se imagine hacerlo" (fragmento 5); "Sabido es que quienes oyen, no a mí, sino a la razón coincidan en que todo es uno"²⁰.

Heráclito consideraba que no era suficiente con los sentidos para alcanzar la verdad, sino que éstos eran un medio que posee el hombre para descubrir la verdad utilizando la razón, el *logos*. Para Heráclito la naturaleza existe frente al hombre tal y como es, sin importarle a la realidad la existencia humana. El filósofo dice Heráclito es el único capaz de ver más allá del movimiento de las cosas. Es el único capaz de entender la realidad y de sentrañar los mensajes de la naturaleza, para después comunicarla a los demás. Para Heráclito lo más importante es la experiencia directa y nos dirá que "los ojos son testigos más exactos que los oídos" (fragmento 15). Lo más importante para él es ver las cosas que no escuchar lo que de ellas se ha visto. En Heráclito se manifiesta todavía la concepción jónica de ver en las técnicas y actividades productivas ejemplos de cómo se comportaba la naturaleza: "Cambio de fuego y todo el fuego, como de oro las mercancías y de las mercancías el oro" (fragmento 22). El fuego es el elemento primordial de todas las cosas para este filósofo. Heráclito es el primero en plantear los conceptos de unidad y diversidad en la naturaleza: "Una misma cosa en nosotros lo vivo y lo muerto, lo despierto y lo dormido, lo joven y lo viejo: lo uno, movido de su lugar, es lo otro, y lo otro a su lugar devuelto, lo uno"

²⁰ L. Zea, *Introducción a la filosofía*, UNAM, México (1981) p. 53.

(fragmento 78). Para Heráclito lo que produce el movimiento es la guerra entre los opuestos: "La guerra es la madre de todo, la reina de todo, y a los unos los ha revelado dioses, a los otros hombres; a los unos los ha hecho esclavos, a los otros libres"(fragmento 44); "El dios es día y tiniebla, invierno y verano, guerra y paz, hartura y hambre, muda como el fuego cuando se mezcla con aromas, que recibe nombre según el grato olor de cada uno"(fragmento 36). Heráclito vive una época de intensos cambios y guerras, para él el principio que mueve al mundo es la lucha de los contrarios, la sociedad cambia entonces a través de la lucha de clases. Es el primero de los filósofos que plantea una filosofía de tipo dialéctico*.

Durante la época en que la nobleza intentó recuperar el poder en Atenas y se implantó la democracia (reformas de Clístenes en los años 508 y 507 a.n.e.), Parménides, originario de la ciudad de Elea (al sur de Italia) y relacionado con el partido conservador y aristocrático de su ciudad, ataca la tradición científica anterior y plantea la inutilidad de los sentidos y de las observaciones de la naturaleza, ya que dice él las impresiones obtenidas a través de ellos dan lugar a opiniones inciertas. Parménides conoce la obra de Pitágoras y toma de ella los aspectos deductivos y, abusando de éstos, deduce la no existencia del movimiento. En su filosofía, que nos dice que la verdad y la certeza no se encuentran a través de los sentidos, pues lo que éstos nos muestran es mera ilusión y, por lo tanto, el movimiento y el cambio no pueden existir realmente, se manifiesta la reacción de una clase social que está siendo derrotada en una época de intensos cambios en la sociedad y que necesita asirse a algo estable para justificarse.

Parménides refuta la concepción heracliteana de que todo cambia. Utiliza un razonamiento que no deja de ser ex

*Siglos más tarde A. Comte planteará la reorganización de la sociedad en términos de la armonía de las clases sociales. El proyecto comtiano será el proyecto de una clase social y en él se utiliza a la ciencia como discurso del poder.

traordinario si consideramos la época en que fue desarrollado. Un mérito innegable en Parménides es el de haber iniciado el camino del pensamiento abstracto que, dicho sea de paso, resultó idóneo a las corrientes del pensamiento idealista que vendrían después. Parménides debe ser considerado como el padre de la lógica, contrariamente a la opinión de que fue Aristóteles.

A los hombres de aquella época les era particularmente difícil asociarle a una misma palabra diferentes significados; el término en cuestión estaba íntimamente relacionado al objeto que hacía referencia. Tal dificultad tenía relación con lo cercana que estaba todavía la fase mágica primitiva, en la que una palabra y su objeto formaban un todo indisoluble. Para Parménides decir que una cosa es significaba únicamente que esa cosa *existe*, y "esta idea acudía a él con la fuerza de una revelación concerniente a la naturaleza de la realidad"²¹. Parménides se preguntaba si tenía algún significado que una cosa se convirtiera en otra diferente. ¿Cómo puede, por ejemplo, el aire convertirse en agua y en fuego? Cambiar, para Parménides, significaba convertirse en lo que no es, y lo que no es no existe. Todo cambio y todo movimiento eran imposibles, los sentidos nos engañaban al indicarnos que así sucedía. Esta filosofía se atiene exclusivamente al razonamiento puro rechazando tajantemente todo lo que provenga de los sentidos. Es interesante el argumento que utiliza Parménides para demostrar que el movimiento no existe: El movimiento es imposible porque no existe el vacío; si éste existiera el espacio podría definirse como el lugar en que lo existente, lo real, no es, y en donde no tenemos lo que es, tendremos lo que no es, y esto no existe. Decimos que es interesante porque dos siglos más tarde Aristóteles planteará un universo lleno, pleno, en donde la naturaleza no permite el vacío (*horror vacui*). Aristóteles nunca aceptará la existencia del vacío, pues en caso de hacerlo hubiera sido conducido al atomismo.

Parménides plantea que la verdadera realidad es una,

²¹W.K.C.Guthrie, *Los filósofos griegos de Tales a Aristóteles*, Fondo de Cultura Económica, México (1953) p.52.

inmutable, y sólo el razonamiento puro nos conducirá a esa realidad. Los sentidos sólo nos ofrecen falsas impresiones y hemos de rechazarlos totalmente como medio para alcanzar la verdad. Los sentidos nos muestran el cambio, el movimiento, y éste no existe; el razonamiento puro, aislado de lo sensible, nos mostrará la verdadera realidad, al ser de las cosas, a algo que es eterno, indivisible, inmóvil, finito y esférico; al Ser de Parménides.

Si tomamos en cuenta la época en la que Parménides desarrolla su filosofía hemos de reconocer que el razonamiento que utiliza es extraordinario (a pesar de que a nuestros ojos aparezca como un razonamiento sencillo en el que se abusa de la prueba deductiva).

El Ser de Parménides es *eterno* porque no tiene ni principio ni fin. Si tuvo un principio entonces fue y ahora ya no es; si va a llegar a ser, esto significa que todavía no es; pero esto es imposible porque lo que no es ni siquiera puede pensarse. Por lo tanto el Ser siempre es, es eterno.

Es *indivisible* puesto que si se pudiese dividir en dos partes, de una diríamos que *es* y de la otra que *no es*; pero esto es absurdo porque no puede *no ser* porque es. En otras palabras, si se pudiera dividir encontraríamos entre las partes del Ser algo que no es, pero esto es absurdo también porque este no ser es, ya que podemos pensar en él. Por lo tanto, nada habría que separase el ser del no ser, todo es *tá* lleno de ser, no cabe, ni existe el no ser (volvemos a caer en que el vacío no existe).

Es *inmóvil*, ya que si se pudiera mover significaría que ocuparía un lugar donde no está el ser, pero esto es imposible.

Es *finito* porque si no fuera así siempre le faltaría algo. Si al ser algo le faltara esto sería el no ser, pero esto no existe, por lo tanto, nada le falta, es finito.

Finalmente, el ser es *redondo* porque está limitado y no es más fuerte ni mejor en alguna parte que en otra, en todas es igual como corresponde a tal figura.

Ya vimos cómo el idealismo de Parménides se opone al movimiento. Para él, el movimiento tanto en la sociedad como en la naturaleza no existe, es una mera ilusión de nuestros sentidos. Como lo son también-para Parménides-la demo

cracia y el materialismo de los pensadores anteriores a él. Como dice Bernal:

El idealismo de Parménides no era tan puro como parece. La idea de una unidad inmutable resultaba sumamente conveniente para que una minoría siguiera gobernando por derecho "divino".²²

Para Parménides el conocimiento del *Sei*, de lo *uno* en medio de lo múltiple, le será *revelado* al filósofo que participa, de esta manera, de la razón divina. Para él el conocimiento es *revelación* divina que los dioses deciden otorgarle a ciertos hombres.

Siguiendo en la misma línea que Parménides, Zenón de Elea plantea un conjunto de ingeniosas paradojas que intentan mostrar la imposibilidad del movimiento²³.

Volviendo con las condiciones económicas y sociales que se dieron en esta época, ya se ha mencionado que las grandes emigraciones y el impulso del comercio y la navegación que tuvieron lugar durante la Edad de Hierro en todo el Mediterráneo giraron en torno a las ciudades griegas. Esto determinó que las vías terrestres se desarrollaran escasamente, de tal manera que los medios de transporte marítimos fueron los medios de transporte fundamentales de la época. En esto los griegos llevaron la mejor parte, pues lograron levantar una gran flota que a la postre les daría la victoria contra los invasores. Los dirigentes griegos viendo la importancia que había adquirido el dinero metálico a principios del siglo VII a.n.e. y que hizo pasar a segundo término las formas tradicionales de comercio (trueque, pago en especie, etc.), poniendo en condiciones aún más precarias a la gran masa de campesinos y jornaleros, decidieron acuñar moneda con la plata que obtenían de las minas de Laurión. Por consejo de Temístocles este dinero se aplicó a la construcción de una flota tripulada por los ciu-

²² J.D. Bernal, *La ciencia en la historia*, op. cit., p. 197.

²³ Ver, por ejemplo: E. Kasner y J. Newman, *Matemáticas e imaginación*, CECSA, 3a. edición, México (1959).

dadanos más pobres, lo cual no sólo aseguró la victoria para la ciudad, sino que también dio poder al pueblo humilde dentro del gobierno.

Al concluir la guerra con los persas la ciudad de Atenas quedó colocada en la posición de dirigir económica y culturalmente al pueblo griego. Atenas incrementó todavía más su riqueza, dada esta posición ganada por los propios atenienses.

Ya desde finales del siglo anterior se había dado en Atenas una intensa lucha de clases que culminó con la instauración de la democracia en el año 508 a.n.e. Fueron gobiernos democráticos los que enfrentaron al invasor persa y ahora tenían que enfrentar el problema de la reconstrucción de la ciudad, que había quedado prácticamente en ruinas después de la guerra. Esta democracia duró en el poder el suficiente tiempo para mostrarnos la inmensa capacidad que puede tener un sistema abierto, real y verdaderamente, a la participación de todos los ciudadanos, en contraste con uno basado en el control y dirección de una reducida clase privilegiada.

Por el año 466 a.n.e. Pericles es nombrado jefe del partido democrático y en 461 sube al poder en Atenas. En este período de reconstrucción aparece un movimiento de renovación de la tradición científica jónica que se había perdido hacía unos 100 años atrás. Es claro que aquí se conjugan factores económicos y políticos, así como de índole intelectual que nos muestran una vez más la relación existente entre ideología y ciencia. Un conocimiento filosófico y científico se da en este período y otro, muy diferente, se da en el período que Platón y Aristóteles presidirán en el siglo IV a.n.e.

Pericles gobierna de 462 a 429 a.n.e. y en este período Atenas contempla, además de la continuación del desarrollo de un sistema político y democrático que se había iniciado desde el siglo anterior, el desarrollo de la tragedia con Esquilo, Sófocles y Eurípides; también ve desarrollarse la comedia con Aristófanes y la poesía de Píndaro. En 430 se termina la construcción del Partenón bajo la dirección del escultor Fidias.

Continuador de la tradición jónica es Anaxágoras de

Clazomene (500-428 a.n.e.), quien fue maestro de Pericles, auténtico hombre de su época y figura clave en las realizaciones de este período.

Es tal el desarrollo material e intelectual de esta época que, aun después de la desastrosa guerra con Esparta, Atenas sigue siendo el centro intelectual del mundo griego durante el siglo IV, el cual es de suma importancia para la ciencia, a pesar de ser el inicio de la decadencia de la cultura griega, porque establece el enlace entre las especulaciones jónicas y los precisos cálculos del período alexandrino.

Volviendo con Anaxágoras diremos que ejerció gran influencia sobre Pericles, combatiendo la superstición en el pueblo ateniense, y fiel a la tradición jónica supo combinar las técnicas productivas cotidianas con la investigación de la naturaleza, así como un gran amor por la humanidad. De él nos dice Eurípides:

Bendito sea el hombre que conquistó el saber a través de la investigación de la Naturaleza. Ni acarreó mal a los ciudadanos, ni se prestó para nada injusto, pero descubrió el orden eterno de la naturaleza inmortal, buscando de qué se compone, cómo y porqué. No se podrá encontrar bajo empeño en el corazón de un hombre así.²⁴

A mediados del siglo V a.n.e. los continuadores de la tradición jónica echaban las bases de una verdadera experimentación, y aun cuando seguían utilizando las sugerencias vagas que provenían de las técnicas productivas, era exaltado el valor de la evidencia sensible y se hacía una mejor explotación de tales técnicas. Uno de estos continuadores era precisamente Anaxágoras quien, por ejemplo, probó que el aire es algo material haciendo que algunos llenaran vejigas con sus pulmones para darse cuenta de la resistencia que ofrecía el aire a presión. Probó también que la naturaleza puede actuar por debajo de la percepción de nues-

²⁴B. Farrington, *La rebelión de Epicuro*, Edit. LAIA, Barcelona, (1983) p.74.

tros sentidos con un experimento bien simple: Tomó un recipiente con una substancia blanca y mezcló con ésta una pequeña cantidad de un líquido negro; ahora el líquido blanco contiene algo de líquido negro, pero en una cantidad tan pequeña que no es posible percibirlo. El experimento descrito aquí es la base de lo que sería su mayor triunfo teórico, el cual está relacionado con la constitución de la materia: Observando cómo un niño al comer leche o frutas su cuerpo las digería y daba lugar a otras substancias diferentes como carne, huesos, sangre, cabellos, etc., dedujo que a partir de las substancias ingeridas la digestión elaboraba una sola, de la cual se derivaban aquellas que componían el cuerpo humano. En otras palabras, las substancias estaban formadas por cantidades muy pequeñas de todas las substancias elementales, pero en cantidades tan pequeñas que nuestros sentidos no las pueden distinguir; sin embargo, algún proceso "ordenador" como la digestión, las distribuye y las agrupa en cantidades suficientemente grandes para que nuestros sentidos las perciban. Anaxágoras creía que éste era un proceso fundamental de la naturaleza²⁵.

Los enemigos políticos de Pericles atacaron a Anaxágoras, acusándolo de impiedad cuando éste expresó su teoría de que el Sol y la Luna no eran más que discos de fuego. El motivo político parece evidente si recordamos que en aquella época los griegos no adoraban ni al Sol ni a la Luna. El caso es que la acusación prosperó y Pericles se vio imposibilitado de ayudar a su amigo. Anaxágoras, a los sesenta años de edad, fue desterrado y encontró refugio en Lampisaco, donde vivió algunos años más y murió rodeado de honores.

Dentro de la misma tradición científica encontramos a Empédocles de Sicilia (490-424a.n.e.), quien también nos ofrece una demostración de la materialidad del aire inmóvil. Empédocles había sospechado que existía alguna relación entre el supuesto movimiento periódico de la sangre y la presión del aire exterior. Se pensaba (antes que él y Anaxágoras) que sólo el viento ofrecía resistencia y se en

²⁵Cf. *Ibid.*, p. 75.

tendía el efecto de la presión que provocaba, pero la naturaleza del aire inmóvil no se comprendía. Por medio de un aditamento (semejante a una pipeta) utilizado para trasladar líquidos de un recipiente a otro Empédocles demostraba que el aire inmóvil era un medio resistente e impedía que el líquido cayera. Aquí cabe señalar que Aristóteles interpretaba este mismo hecho diciendo que la naturaleza tenía horror al vacío y por eso no dejaba que la columna de líquido cayera. Empédocles acompañó esta demostración con una defensa explícita sobre el valor que tiene el uso de los sentidos para alcanzar el conocimiento, en contra del ataque que Parménides había hecho a dicho uso. Señalemos que Anaxágoras nos pone sobre alerta de la falibilidad de los sentidos, pero no niega la experiencia como lo hace Parménides, sino que nos dice que no basta con ellos.

Antes de hablar de dos pensadores verdaderamente originales, como lo fueron Leucipo y Demócrito, mencionemos lo que Plutarco nos dice acerca de la obra de Pericles y de la reconstrucción de Atenas.

La idea de Pericles consistía en que los trabajadores corrientes, que eran inútiles para el servicio militar, deberían ser sostenidos por la hacienda pública, pero no recibir paga alguna. Por esto dio prioridad a los proyectos públicos de grandes construcciones que requerían el concurso de muchas artes y darían ocupación a aquellos trabajadores por largos períodos de tiempo. Igualmente, los impedidos, los marinos, los guardias fronterizos y los soldados se beneficiaron de la hacienda pública. Los materiales que se deberían utilizar eran la piedra, el bronce, el marfil, el oro, el ébano y el ciprés. Los artesanos que trabajaban estos materiales eran el carpintero, el fundidor, el vaciador de bronce, el picapedrero, el orfebre, el pintor, el bordador, el repujador, sin mencionar los proveedores de la materia prima, tales como los mercaderes, los marinos, los carreteros, y los domadores de animales de carga. Estaban también los cordeleros, los tejedores, los constructores de calzadas, y los mineros. En este sentido, la prosperidad de la ciudad quedaba repartida entre personas de to-

da edad y destreza. Así es como se originaron estos trabajos, imponiendo su grandeza, inimitables en su gracia; ya que los artesanos se esforzaban por superar sus mejores obras anteriores, derrochaban belleza en su arte. Aunque lo que más asombra es la rapidez con que se llevaban a cabo. Trabajos, de los que se creía que cada uno por separado podían durar generaciones hasta ser terminados, se concluyeron, no uno, sino todos, en el espacio de una sola administración.²⁶

Existe un aforismo atribuido a Anaxágoras que nos muestra su concepción, no sólo del hombre, sino también de la naturaleza: "El hombre adquirió la inteligencia, porque tenía manos".

Anaxágoras, con su teoría de la constitución de la materia, abre el camino a la teoría atómica que vendría enseguida con Leucipo (siglo V a.n.e.) y Demócrito (460-370 a.n.e.).

La teoría atómica se atribuye conjuntamente a Leucipo de Mileto y Demócrito de Abdera. El primero es una figura muy vaga, cuya existencia fue puesta en duda por Epicuro y en la actualidad por algunos eruditos. Como quiera que sea es un hecho la aparición de la teoría atribuida a ellos y que nos dice que la verdadera realidad de las cosas son unas diminutas partículas llamadas *átomos* ($\alpha\text{-τομοι}$) y su *movimiento* en el *vacío*. Estas partículas eran indivisibles y su tamaño era tal que no es posible detectarlas mediante nuestros sentidos. La teoría atómica parte de que nada se hace de la nada y por lo tanto algo ha existido desde siempre, y esta realidad son, precisamente, los átomos y su movimiento en el vacío. La idea de los atomistas es del todo original pues, por un lado, los átomos conservaban la inmutabilidad y la eternidad planteadas por Parménides, y, por otro, conservaban el concepto pitagórico de las formas geométricas, dado que los átomos tenían diversas formas geométricas y esto permitía la diversidad del mundo real, así como su movimiento permitía las combi

²⁶ *Ibid.*, p. 77.

naciones entre las distintas sustancias que componen el mundo. En el concepto de átomo está íntimamente relacionada la idea de vacío: para explicar el movimiento de los átomos, éstos tienen que estar separados por algo diferente al ser; esto es, estaban separados por el no ser, por el vacío.

En esta época es aún muy grande la autoridad de Parménides y "para acallar su espíritu" los atomistas se ven obligados a darle una "especie de existencia" al no ser. En palabras de F. Larroyo:

Leucipo pulveriza, por así decirlo, el cuerpo universal de Parménides y esparce sus partículas por el espacio infinito; pero cada una de estas partes es, como el ser absoluto del Eleata, eterna e invariable, increada e indestructible, en sí homogénea, limitada e indivisible.²⁷

Anaxágoras hablaba del "espíritu" que "ordenaba" los procesos de combinación de las diferentes sustancias que componen el mundo. Pues bien, según los atomistas, el espíritu estaba también compuesto de átomos; átomos más sutiles, pero átomos al fin.

La importancia de la teoría atómica no sólo radica en la suposición de que todo está constituido por átomos, sino también porque representa la primera tendencia materialista y determinista de la historia. No es necesario abundar en la importancia que tiene para la ciencia moderna el concepto de átomo; ni tampoco en la de la suposición de que todo ocurre por necesidad. (Epicuro, un siglo más tarde, se revela frente a este determinismo y dota a los átomos de la libertad de poder desviarse de la trayectoria impuesta por la necesidad; logrando con esto la unión de dos mundos, el humano y el natural, a través de su filosofía moral).

Sería incorrecto tratar la teoría atómica de los griegos como una ciencia física en el sentido moderno, ya que es el genio griego el que llevó a estas *especulaciones*, sin

²⁷ F. Larroyo, "Estudio introductivo", en *Metafísica* de Aristóteles, Editorial Porrúa, S.A., México (1980) p. XXIII.

jamás-claro está- basarse en algún experimento dirigido.No obstante, la teoría atómica original de los griegos permanece inalterada hasta el siglo XVII de nuestra era, en que Gassendi retoma las ideas de Demócrito y Epicuro.

Volviendo con los antiguos atomistas mencionaremos a continuación algunas de las explicaciones que dan a los fenómenos de la naturaleza.

La multiplicidad de formas geométricas y las distintas y numerosas maneras en que podían combinarse los átomos daban lugar a la diversidad en la naturaleza. Así por ejemplo, en un objeto duro se supone a los átomos muy juntos, y un objeto blando se debe a que sus átomos están más espaciados que en el primero. La sensación del gusto también era explicada por la forma particular de los átomos: las sensaciones dulces son provocadas por átomos lisos, de la misma manera que las sensaciones agrias son provocadas por átomos ganchudos y con picos que provocan pequeñas escoriaciones en la lengua. Esta teoría prevalecía aún en 1675, cuando Lémery, un químico francés, escribió:

La naturaleza oculta de una cosa no puede explicarse mejor que atribuyendo a sus partes formas que correspondan a los efectos que producen. Nadie negará que la acidez de un líquido se debe a partículas puntiagudas. La experiencia lo confirma. No tenéis más que probarlo, y sentiréis en la lengua punzadas como las que produce una materia cualquiera partida en trocitos ²⁸aguados.

La teoría atomista también da explicación de los colores: éstos dependen de la forma y disposición de los átomos que están en la superficie en donde se refleja la luz; la misma luz está formada por átomos más pequeños y sutiles que se mueven a gran velocidad dada su redondez y pequenísimo tamaño. Los átomos más sutiles y finos forman las almas de los animales y los seres vivos.

La percepción visual también es explicada por los átomos

²⁸Citado en *Los filósofos griegos de Tales a Aristóteles*, W.K.C.Guthrie, p.62.

mistas: se suponía que cada objeto despedía una tenue película de átomos que conservaba la misma forma de aquél, y esta forma se iba distorsionando a medida que se alejaba del objeto.

Resumiendo la concepción atomista de Demócrito, ésta era la de un espacio infinito en el cual estaban moviéndose se en todas direcciones los átomos, de tal manera que en las múltiples colisiones entre todos los tipos de átomos se iban formando combinaciones de ellos y aglomeraciones que hicieron posible la existencia de las substancias que componen al mundo. En esta concepción es fundamental la noción del espacio vacío entre los átomos para permitir el movimiento. Respecto al origen de éste los atomistas no hacen ninguna consideración; el movimiento siempre ha existido.

Estamos ahora a finales del siglo V a.n.e., la guerra del Peloponeso ha resultado desastrosa para Atenas, la democracia ha llegado a su fin, su derrumbamiento se debe a que estaba basada en la esclavitud y en la explotación del territorio ajeno. Al no ser autosuficiente la democracia ateniense resultó algo muy vulnerable a los ataques de la aristocracia, representados por el propio estado espartano que en muchas ocasiones estuvo apoyado por el oro de los persas. Los gobiernos oligárquicos y la tiranía se suceden en el poder y comienza la decadencia de la gran ciudad-Estado. El derrumbamiento de la *polis* es inevitable.

Para los griegos la *polis* es fundamental. Ellos no conciben la existencia fuera de la ciudad. La *polis* es como el ser de Parménides; fuera de ella no existe nada.

En las primeras páginas de este trabajo se menciona que la conciencia del hombre está determinada por el ser social, y éste por las condiciones materiales de existencia y por las relaciones y formas de producción. El ser humano lo primero que ve en el mundo es a su semejante. De él, y después con él, obtiene su propia existencia; y en este proceso, en el cual produce su propia existencia, se desarrollará el lenguaje y, más tarde, su conciencia. En los grupos humanos primitivos, al establecerse formas y relaciones de producción a partir de las condiciones materiales, van apareciendo conceptos como justicia, ley, etc.,

que una parte integrante dentro de estos grupos sociales trata de imponer al resto para regular y organizar el proceso productivo. Estos conceptos que regulan y organizan a los grupos humanos no son otra cosa que "las mismas relaciones materiales dominantes concebidas como ideas"²⁹. De esta manera aparecen los primeros ideólogos (los sacerdotes), y estos conceptos organizadores de la sociedad son extendidos, como es el caso con los clanes helenos, al ámbito de los dioses, para también regular las relaciones entre las divinidades. Esto es hecho a través del mito, resultando con esto que un concepto humano regresa al ámbito social, pero ahora con dimensiones divinas. El mito es una de las primeras manifestaciones ideológicas en la historia y será utilizado frecuentemente por Platón. Como un bello ejemplo de esto tenemos el siguiente mito que aparece en el diálogo *Protágoras*:

...los dioses estaban haciendo las razas mirtales; antes de hacerlas salir a luz encargaron a Prometeo y Epimeteo que las adornaran con las potencias que les fuesen convenientes. Epimeteo se encargó de hacer la distribución, repartiendo equitativamente las cualidades que fuesen necesarias a cada raza para que pudiesen subsistir, para que no fuesen aniquiladas. Las protegió de un mutuo aniquilamiento y contra los elementos naturales. Pero todas las cualidades quedaron agotadas entre los seres irracionales, faltando el hombre. Al pasar revista Prometeo vio "a los demás adecuadamente poseedores de todo, pero al hombre desnudo, descalzo, sin cobertura y sin armas". Siendo me nester que saliese a luz el hombre, Prometeo robó, a Nefaeostos la Sabiduría, y el arte y el fuego a la diosa Atenea, y los donó a los hombres. "De esta manera -dice Protágoras- obtuvo el hombre la sabiduría indispensable para vivir, simplemente, pero no la política, pues ésta se hallaba en poder de Zeus". Zeus es el que manda, el que gobierna, el que hace justicia. Gracias a las artes donadas por Prometeo, los hombres

²⁹Ver p. de este trabajo.

podieron vivir, pero "dispersos, sin haber ciudades" Los hombres así dispersos se enfrentaron contra multitud de peligros, como la guerra que les hacían las fieras; pero los medios que poseían eran insuficientes. Para defenderse mejor los hombres empezaron a agruparse en ciudades, "pero cuando estaban congregados, cometían crímenes unos contra otros, como quienes no poseían el arte político, por modo que volvían a diseminarse y fenecían. Los hombres no podían agruparse en ciudades porque les faltaba la justicia, por esto cometían injusticias los unos a los otros haciendo imposible la vida política. Ahora bien, temeroso Zeus de que pereciese la raza humana, envió a Hermes para que aportase "a los hombres el respeto y la justicia a fin de que fuesen ornatos de las ciudades y lazos de amor". Hermes preguntó cómo debe ser distribuido el respeto y la justicia. Las artes habían sido distribuidas en forma desigual: un hombre poseedor de un arte determinado era bastante para que sirviese a muchos ignorantes en ella; un médico bastaba para muchos que no supieran nada de medicina. Zeus contestó: "Reparte entre todos... y que todos participen. Porque no podrían haber ciudades, si pocos participasen de ellos, como de las otras artes. Y por ley instituye en mi nombre que al incapaz de participar del respeto y la justicia se le mate como peste de la ciudad".³⁰

Este mito nos muestra la importancia que tenía para los griegos la vida ciudadana, el vivir amparado, y a la vez sometido, a la *polis*. El mito representa como ya se dijo una forma ideológica que *regresa* a la sociedad con el fin de regularla y organizarla en una determinada dirección, después de que la conformación de los conceptos que aparecen en él se originó en la propia sociedad; y estos conceptos están determinados por los procesos productivos. Este es el esquema esencial de la ideología. Y esas formas ideológicas invaden todos los ámbitos de la actividad humana, desde la política hasta la ciencia; siendo de fundamental importancia la aportación que hace esta última a la propia esfera ideológica, dado el

³⁰ L. Zea, *op. cit.*, p. 75.

carácter que la propia ideología le ha dado de ser algo "racional" y "objetivo".

Volviendo al punto de la *polis* griega diremos que sus orígenes están en las condiciones económicas que se dieron en territorio griego, dentro de las cuales se dio el proceso conocido como *sinoecismo*, que es la concentración de la vida política de una gran extensión territorial en una ciudad. Esta decisión se atribuye al rey Teseo quien logró, mediante el halago o el soborno, que muchas ciudades pequeñas abandonaran sus formas de organización locales y las concentraran en una sola en la ciudad de Atenas. Este proceso estuvo acompañado de una estratificación del pueblo en clases: nobles, agricultores y artesanos. Por supuesto, a los nobles les correspondió el trabajo de controlar la religión, suplir las vacantes en la magistratura, así como elaborar e interpretar las leyes y la voluntad de los dioses³¹.

Este proceso permitió el paso de la sociedad tribal a la política. Y no se puede negar el papel histórico de la ciudad-Estado. Vidal de la Blanche escribe:

El sustituir las villas y cantones por ciudades en las costas mediterráneas fue el golpe maestro de Grecia y Roma. Observadores contemporáneos de este fenómeno—Tucidides, Polibio y Estrabón—no estuvieron equivocados cuando describieron la *polis*, o ciudad antigua, como el símbolo y la prueba visible de una civilización superior.³²

Todo lo anterior es cierto y surgió del proyecto de la clase dominante de ese entonces. Pero dada la injusticia social que producía no podía durar mucho. Si bien, durante el período jónico, constituyó una influencia civilizadora, con el tiempo se convirtió en una degeneración intestina. Aristóteles comentó que la ciudad-Estado nació para posibilitar una vida confortable. De este mismo hecho Toynbee se

³¹Cf. B. Farrington, *La rebelión de Epicuro*, p.16.

³²Citado en: *Ibid.*, p.15.

ñala que todo lo que tiene valor, tiene un precio. Y el precio en este caso fue el del nacimiento de la injusticia social. Seguramente Epicuro hubiera añadido que el precio que se pagó había sido demasiado alto³³.

Hemos dicho lo anterior respecto a la *polis* griega porque toda la civilización de los griegos girará en torno a este concepto social. Es por esto que cuando se inicia la decadencia ateniense y Sócrates, decepcionado de las explicaciones de los físicos jónicos, "hace en palabras de Cicerón- bajar a la filosofía del cielo y la hizo residir en las ciudades, y la introdujo hasta en las casas, y la forzó a preguntar por la vida y las costumbres y por las cosas buenas y malas"³⁴, lo que intenta es salvar a la *polis* por un camino diferente a los seguidos por todos los filósofos anteriores: el de una filosofía moral. Sócrates se convierte así en la conciencia de la ciudad, siendo más tarde condenado por ella misma. Sócrates demuestra, con el último acto de su vida, el valor y la importancia que llegó a tener la *polis* para sus ciudadanos. Es en plena decadencia de la ciudad-Estado cuando aparece Platón, profundamente decepcionado por el estado en que ha venido a derivar la *polis* que, entre otras cosas, asesina al mejor de sus ciudadanos.

Platón es el más ferviente creyente de la existencia de una sociedad en la que prevalezcan los valores que ha aprendido de Sócrates. A la realización de ese Estado ideal al Platón dedicará su genio, tomando todos esos elementos que surgen en la organización de una sociedad y regresando los a ésta en su forma ideológica, después de haberlos sometido al proceso de racionalización e interpretación que su conciencia de la realidad le proporcionará; conciencia y concepción del mundo que corresponden, no a un individuo, sino a una clase. Para reforzar esta afirmación mencionemos que Epicuro también enfrentó el problema de la

³³Cf. *Ibid.*, p. 16

³⁴L. Zea, *op. cit.*, p. 34.

crisis de la ciudad-Estado, pero mientras Platón se pronunciaba por la reconstrucción del Estado- Fastuoso, Epicuro por su supresión³⁵.

Con Sócrates la filosofía se traslada del plano material al ideal, y con Platón alcanza su máxima expresión. Platón es considerado-y con sobrada razón- el primer ideólogo de Occidente. El gran logro de este filósofo es haber abordado todas las preguntas fundamentales que siempre se ha hecho el hombre. Es en sus respuestas en donde mostrará su concepción aristocrática de la realidad. Platón aborda los temas científicos (matemáticas y astronomía) en la medida en que le servirán para fundamentar sus tesis políticas -que son su principal interés-, y hace una interpretación de aquéllos acorde con su ideología. Un poco más tarde Aristóteles, quien nunca deja de ser un platónico, integra todo el conocimiento de la época en un sistema que surge del riguroso análisis que él hace del pensamiento platónico. Por tal razón, para entender la obra aristotélica es necesario conocer las ideas fundamentales de la filosofía de Platón.

Platón nació en el año 427 a.n.e. y fue bautizado al sexto día de nacido con el nombre de Aristócles -Platón es un sobrenombre que alude al vigoroso físico del filósofo. Desciende de una familia aristocrática. Por línea paterna estaba emparentado con el último rey de Atenas. Por el lado de su madre, con la nobleza de la época de Solón. Durante toda su vida dominará un afán aristocrático. En principio Platón cifra sus esperanzas en el gobierno oligárquico, el cual lo decepciona cuando éste condena a Sócrates. Poco después, al subir la democracia al gobierno de Atenas, deposita en ella sus esperanzas; esperanzas que pierde cuando ejecutan a Sócrates. Es así como Platón se ve profundamente desilusionado de los dos tipos de gobierno que ha vivido durante su juventud.

La finalidad de Platón es la de crear un Estado perfecto en el cual cada ciudadano tenga y sepa cuál es su papel dentro del mismo, para que, como consecuencia de esta aceptación ciudadana, pueda imperar la *Justicia* -en su con

³⁵Cf. B. Farrington, *La rebelión de Epicuro*, op.cit., p.55.

cepción platónica, desde luego. Platón dedicará su genio a la formulación de un Estado gobernado por una aristocracia*, y que al mismo tiempo sea aceptado por las clases inferiores. La fundación de la Academia obedece a esta intención de formar una aristocracia del saber.

En este momento quisiéramos aclarar que no se trata de negar la importancia y el valor de la obra platónica, pero sí queremos exhibir el carácter ideológico de la misma; que está muy lejos de tener esa "pureza" y esa "neutralidad" que tanto se pregonan.

La obra platónica tiene, en general, dos antecedentes fundamentales en los cuales se inspira: la férrea organización espartana y las obras de Parménides y Pitágoras sobre la aprehensión de verdades absolutas. Platón vuelve la mirada al estado espartano en donde suponía que la vida cuartelaria alejaba a los ciudadanos de las intrigas y la codicia, así como de los sobornos políticos; otra característica que llama la atención de Platón es la sujeción y control de los ilotas (control que no duró mucho tiempo,

*Alguien, convencido tal vez de la "pureza" y "neutralidad" de esta concepción platónica, podría aclarar que se trataba de una aristocracia del saber, una clase de filósofos, de amantes del saber, que necesariamente deberían ser poseedores de la "verdad". Pero no olvidemos que Platón mismo rechaza enérgicamente cualquier otra concepción (tan filosófica como la suya) que no considere la existencia de valores absolutos, superiores a los sentidos y a cualquier conocimiento basado en ellos. Concretamente, rechaza el atomismo y las concepciones materialistas, al grado de que se le ocurrió la posibilidad de quemar toda la literatura atomista existente, hasta que alguien le hizo ver que los libros atomistas se habían extendido tanto que sería imposible localizarlos todos. (Ver: B. Farrington, *La rebelión de Epicuro*, p. 22).

Otro hecho que pone en duda la "pureza" del idealismo platónico es el de que para lograr su ideal del *príncipe filósofo* permite que de la Academia salgan fuerzas mercenarias para imponer a su discípulo Dión como gobernante de Siracusa. (Ver: *Ibid.*, p. 40).

por cierto). Platón agregará en su teoría del Estado ideal algunas de las glorias atenienses de la época de Pericles. De la obra pitagórica toma los elementos místicos sobre la existencia de entes absolutos más allá de lo que podemos observar mediante nuestros sentidos, y que podemos conocer a través de los números. De Parménides toma el concepto del ser para plantear la existencia de una verdad absoluta, una verdad en sí.

Platón se da cuenta de que para establecer una teoría del Estado, una teoría moral, es necesario saber qué es el hombre y qué el mundo que nos rodea, así como saber cómo vinieron a ser; esto es, se requiere de una metafísica previa. Y para lograr lo anterior es indispensable saber cómo el hombre adquiere el conocimiento. Es en estas tres grandes partes como podríamos dividir para su estudio la obra de Platón. Ahora bien, para la construcción de su sistema recurrirá desde las matemáticas y la astronomía hasta la utilización de los mitos o mentiras del estado (*gennaion pseudos*), que al cabo de varias generaciones de estarlas sosteniendo llegarán a ser consideradas como hechos verdaderos y permitirán -dice Platón- acceder más fácilmente a la realización del Estado perfecto³⁶.

Dejemos que sea B. Farrington quien nos hable al respecto:

He aquí la ficción fundamental (*gennaion pseudos*), la "mentira real" o la "mentira noble", como se la ha venido denominando tradicionalmente, o la "ficción arrogante" como Cornford prefiere llamarla, en la cual des cansa la estabilidad del estado. Esta "falsedad necesaria", esta "ficción audaz", se irá comunicando gradualmente, primero a los gobernadores, después a los soldados y por fin al pueblo. Puede que la credulidad no se obtenga inmediatamente, pero, con el paso de un par de generaciones, se puede tener confianza en que se establecerá. La sustancia de la ficción es la siguiente: aunque todos los miembros del estado son hermanos, porque son hijos de una misma madre, la tierra,

³⁶Cf. B. Farrington, *La rebelión de Epicuro*, op.cit., p.98.

Dios los ha hecho de tres clases distintas. La primera posee una mezcla de oro en su composición; tiene el poder de mando y sus integrantes deben de ser honrados como jefes: son los guardianes. La segunda, la de los auxiliares, que están para defender el estado, tiene una aleación de plata. La tercera, la de los labriegos y los artesanos está compuesta de barro y de hierro. Está previsto que, si por casualidad naciera de padres de oro un hijo de metal inferior, deberá ser degradado. Esta prescripción debería lógicamente llevarse a cabo. En caso contrario, si de padres de barro y de hierro naciera un niño de oro, la ascensión no tendría lugar porque no daría resultado. No se proveería a la tercera clase de una educación suficiente para que un niño en esta clase llegara a gobernante.³⁷

Veamos primero cómo es, según Platón, como accede al conocimiento el ser humano. Para Platón conocer es recordar, y expone su teoría del conocimiento a través de la teoría de la reminiscencia. Esta consiste en lo siguiente: Cuando alguien observa dos cosas muy parecidas -dice Platón- y se percata de la gran semejanza entre ellas, pero, sin embargo, es capaz de darse cuenta de que algo les falta para ser completamente idénticas, es porque esa persona tiene la noción de lo igual; conocimiento que no ha adquirido en este mundo, sino en un mundo eterno, inmutable, verdaderamente real, en el cual ha estado el alma, y ahora que observa algo que se parece a lo que vio en ese lugar, pero que no alcanza su perfección, él la recuerda. Lo mismo sucede con situaciones y acciones que cree justas, aunque se da cuenta que no son perfectamente justas, pues siempre quedará alguien inconforme. El alma del hombre en algún momento ha conocido el *Topos Uranos* (que así llama Platón al cielo de las formas eternas y perfectas), y en ese mundo sin contradicciones existe lo Igual en sí, lo Justo en sí, la Verdad en sí, y lo que observamos en el mundo sensible es sólo una sombra, un reflejo imperfecto,

³⁷ *Ibid.*, p. 97.

de aquel mundo perfecto, también llamado mundo de las Ideas. (Aquí la palabra "idea" no debe entenderse en el sentido que actualmente tiene para nosotros: como un producto de la mente humana que no tiene existencia fuera de ésta. La noción de Idea en Platón es la de entes universales, eternos e inmutables que tienen existencia por sí mismos).

De esta teoría de la reminiscencia Platón deriva la inmortalidad del alma. El alma humana es eterna y el cuerpo es una cárcel de aquélla. La tendencia del alma es volver a ocupar su lugar en el mundo de las Ideas; lugar que perdió por alguna falta que cometió, y que de no corregir su comportamiento, proseguirá en ese proceso de degradación. En el diálogo *Tímeo* Platón nos narra la historia:

Un hombre que haya vivido bien podrá regresar a gozar de una nueva existencia en su estrella de origen. Aquel cuya vida fue un fracaso volverá a reencarnarse en forma de una mujer. Si persiste en seguir por el mal camino, su próximo nacimiento será en el cuerpo de algún animal, de acuerdo con las malas tendencias que haya demostrado. No habrá apelación en esta degradación hasta que el alma sepa someterse al movimiento uniforme superior de las estrellas que sojuzgarán los deseos desarreglados e irracionales que se le habían adherido a causa de la encarnación en un cuerpo hecho de tierra, agua, aire y fuego.³⁸

Respecto al concepto que Platón tiene del hombre, este concepto está totalmente fundado en el del alma, ya que el cuerpo es solamente una cárcel de la misma. Para explicar este concepto Platón recurre nuevamente al mito. El alma es como un carruaje, en donde el cochero representa a la razón. Este carruaje es tirado por dos caballos. Uno de estos caballos es noble, de bella figura, pelo blanco, ojos negros; este caballo ama el honor, el pudor, la temperancia y la verdad, además es dócil y no hay necesidad de azotarlo, pues atiende fácilmente a los mandatos de la razón. El otro caballo es corto y rollizo, de orejas hir-

³⁸ Platón, *Tímeo*,

sutas, narices chatas y cuello corto, tiene el pelo negro y azulado, los ojos sanguíneos, es orgulloso y sordo, difícilmente cede a los latigazos y al castigo. Cada uno de estos caballos quiere llevar el carro por distinto camino, haciendo penosa y difícil su conducción. El cochero, que representa a la razón, debe dominar al caballo rebelde, que representa la parte apetitiva del alma; para lograrlo deberá ayudarse del caballo noble que representa la voluntad. La pérdida del mundo de las Ideas es obra del caballo innoble, del alma apetitiva y de la falta de vigor del cochero o de la razón que no supo dominar al corcel. El filósofo, el amante del saber, es el que dominará, por medio de la razón, y auxiliándose en la voluntad, a las pasiones, a la parte apetitiva y sensual del alma. De esta manera, el filósofo entreverá en este mundo ilusorio y sensible la auténtica realidad del mundo y, por medio de la razón, su alma recuperará el mundo de las Ideas.

Respecto al origen del mundo Platón piensa en un dios creador, y en el diálogo *Tímeo* nos dice que "todo lo que deviene o es creado debe necesariamente ser creado por alguna causa". Para Platón esta causa creadora es Dios; un *Demiurgo* (artesano) que creó el mundo tomando como modelo al mundo de las Ideas. Dos son los argumentos ontológicos que expone Platón sobre la existencia de Dios: el argumento teleológico y el consentimiento universal sobre la existencia de la divinidad. El primero se refiere al orden y a la regularidad que se observa detrás del cambio y del movimiento en la naturaleza, que sugiere fuertemente una intención en ella, una finalidad presente en el mundo, dados los modelos de orden y de armonía que parecen existir detrás del constante cambio. Ahora bien, la propia naturaleza, tan mudable, tan contradictoria, tan cambiante, no puede ser la creadora de esta armonía. La armonía debe provenir de una armonía perfecta que el Platón de las *Leyes* encuentra en los dioses. Esto es, la existencia de Dios queda demostrada por esa imagen suya que está presente en el orden y la armonía de la naturaleza. El otro argumento se refiere al hecho de que todos los hombres de todas las épocas, civilizados o bárbaros, han creído en la existencia de dioses. Como es posible -dice Platón- que haya ese acuerdo entre todos los hombres sino es porque el motivo

de su creencia existe en realidad.

La intención de la obra de Platón, en particular el *Tímeo* y la *República*, era la de proveer a los ciudadanos del Estado ideal de una cosmología libre de lo que él consideraba "rasgos objetables de la mentalidad jónica"³⁹. Es evidente el rechazo que Platón hace, completamente consciente, de toda interpretación materialista de la realidad⁴⁰.

Esta concepción idealista de Platón prevalecerá hasta nuestros días, formando el sustento de muchas corrientes científicas, desde la obra de Aristóteles hasta posiciones, por ejemplo, como la de los físicos Eddington y Jeans⁴¹. La gran influencia de Platón en todas las áreas del conocimiento, y por supuesto en la ciencia, queda demostrada en la afirmación de A. N. Whitehead -que no por exagerada deja de tener algo de verdad- de que la historia de la filosofía occidental podría reducirse a una serie de notas al pie de la obra Platón⁴².

Para finalizar con este resumen de la obra de Platón, veamos cómo utiliza el conocimiento científico matemático y astronómico de la época para argumentar a favor de sus ideas políticas, e incluso cómo reinterpreta aquél para adecuarlo enteramente a estas últimas. Es también importante ver cómo la obra aristotélica es esencialmente desarrollada a partir de la de Platón.

Hablando de la cosmología platónica en una forma esquemática podríamos decir que contiene cuatro conceptos fundamentales. Primeramente el mundo de las Ideas, eterno e inmutable; la existencia del mundo sensible la explica a través de un Dios creador (el Demiurgo), que lo creó tomando como modelo al de las formas eternas; otro concepto es precisamente el de las creaturas, o sea los pobladores del mundo (piedras, plantas, animales y hombres); el últi

³⁹B. Farrington, *La rebelión de Epicuro*, op. cit., p.100.

⁴⁰Ver p.49 de este trabajo.

⁴¹Ver p.16 de este trabajo.

⁴²Cf. R. Xirau, *Introducción a la historia de la filosofía*, UNAM, México (1980) p.42.

mo concepto es el de *receptáculo*, que viene siendo la posibilidad que tienen las cosas de cambiar; así, la planta, antes de ser tal, es semilla; también el hombre, por ejemplo, es generado por otros seres y puede generar a otros también. Siendo entonces que las Ideas, que son lo verdadero y constituyen la realidad del ser, vienen a imprimirse en la posibilidad (el receptáculo), y de esta manera adquiere forma el mundo que conocemos.

En las ciudades antiguas el poder político y la religión estuvieron tan íntimamente ligados que no era posible distinguir uno de la otra, mucho menos pensar en un conflicto entre ambos⁴³. No obstante, esto no implicaba que la clase gobernante aceptara la totalidad de la mitología en el culto oficial. El legislador, por lo tanto, tenía no sólo que proveer de leyes a la ciudad sino también de creencias. Así, Platón proveyó al Estado ideal de leyes y de nuevas creencias. Consideraba que los males de Grecia radicaban en la lucha de clases, en la falsa ciencia de los jonios y en la incredulidad. En la *República* plantea como un remedio para la lucha de clases, su concepción del Estado justo. En el *Tímeo*, que es un apéndice de aquélla, bosqueja una nueva cosmología para reemplazar el escepticismo jónico. Platón instituye una religión basada en una astronomía por él remozada en la que inserta elementos matemáticos de los pitagóricos. Platón marca el más alto nivel del saber para un griego aristócrata del siglo IV a.n.e., y en la peculiar situación de la crisis (y al mismo tiempo de transición) de Atenas, confirma esta identidad entre Estado y religión.

Para Platón el aspecto de la educación de los ciudadanos era de fundamental importancia para poder acceder al Estado ideal. Ya vimos cómo utiliza la "noble mentira" como medio educativo sancionado por la divinidad. También eliminará algunos aspectos no deseables de la educación tradicional griega. Así entonces, Homero, quien había sido durante siglos la fuente educativa más importante de Atenas y de la Hélade, será suprimido como tal, ya que no debe existir la posibilidad de que los héroes se compor-

⁴³ Cf. F. de Coulange, *La Cité Antique*. Citado por B. Farrington en *La rebelión de Epicuro*, p.93.

ten como cobardes , ni tampoco habrá lugar para los dioses antropomórficos de las antiguas mitologías; aunque aquí Platón se da cuenta de la fuerza de la tradición y lo que hace es intentar la desaparición de las "escandalosas historias sobre ellos" para que así pueda persistir su culto. En el *Tímeo* se lee:

La realidad supera todo lo que nosotros podamos decir sobre su origen. Lo mejor es aceptar la narración de las primitivas mitologías. Sus autores dicen que descienden de los dioses y, por lo tanto, debemos suponer que conocen sus propios ascendientes. No se nos pregunte lo que nos cuentan de los dioses estos hijos suyos; aunque ello no sea conveniente ni probable, atengámonos a la tradición y dejémosles que nos den su propia versión de la historia de su familia.⁴⁴

De esta manera Homero queda descalificado como educador de los ciudadanos del Estado ideal.

Esquilo, quien llamaba a sus obras "migajas del banquete de Homero", es también condenado por Platón, ya que en el teatro sus obras se escenificarán ante un vasto auditorio, compuesto no sólo de mujeres, quienes no obstante que recibían la misma educación eran del sexo inferior, sino también delante de trabajadores, carentes del barniz de oro y plata, y desposeídos del valor o sabiduría con que había que enfrentar las pasiones que se debatían en sus obras⁴⁵.

En la constitución del Estado ideal existe el principio fundamental de un hombre, un trabajo. Nadie puede hacer bien más de un trabajo. Los hijos de los labriegos y los artesanos aprenderán de sus padres y continuarán sus oficios. Solón, fundador de la democracia ateniense, concedió a los trabajadores y granjeros el derecho de asistir a la Asamblea y poder participar en la administración de la justicia. La regla platónica de "un hombre, un trabajo" encasilla a cada trabajador en su propio oficio. Hay una ex-

⁴⁴Platón, *Tímeo*, *op.cit.*, p.

⁴⁵B.Farrington, *La rebelión de Epicuro*, *op.cit.*, p.100.

cepción, que consiste en que un hombre de oro siempre será capaz de desempeñar el poder (gobernar). Hay en Platón una perpetua vinculación entre la sabiduría y el ejercicio del poder.

El origen del mundo se debió a que la inteligencia domina a la necesidad y la convence de producir las cosas de este mundo. Mediante la victoria de la persuasión inteligente sobre la ciega necesidad, tuvo principio el universo. Para lograr esta persuasión inteligente recurrirá a las matemáticas. Así, por ejemplo, los cuatro elementos aceptados por los materialistas (agua, aire, tierra y fuego) estarán formados por combinaciones de triángulos (pensando siempre en las formas del mundo de las Ideas). Para explicar los movimientos celestes se basa en la geometría del círculo y de la esfera. La oblicuidad de la eclíptica la atribuirá a las imperfecciones que están presentes en la naturaleza⁴⁶.

Respecto a la relación que hay entre la ciencia y la obra platónica, diremos que Platón se sirvió de la interpretación y adecuación que él realizó del conocimiento de la época (matemáticas y astronomía) para argumentar en favor de sus tesis políticas. Platón no hizo grandes aportaciones a las matemáticas, pero su influencia y autoridad les dio tanto prestigio que hizo que muchas inteligencias de siglos posteriores se dedicaran a ellas, y sobre todo con el enfoque dado por el mismo Platón, que era el de hallar formas geométricas en la naturaleza. Tenemos así, los casos de Kepler y Galileo, así como el de todas las corrientes neoplatónicas posteriores.

El idealismo de Platón era tal (debido seguramente a la aversión que le provocaban las interpretaciones materialistas), que transformó el conocimiento astronómico de la época, basado en observaciones directas, en un conjunto de afirmaciones sobre los cuerpos y movimientos celestes que tenían que ver con la búsqueda de formas geométricas y matemáticas eternas que según Platón debían existir. De este modo, la *astrología*. (término acuñado por el mismo Platón), se refería a cómo debían ser las estrellas y no

⁴⁶Cf. *Ibid.*, p. 102.

a cómo son; conocimiento este último proporcionado por la *astronomía*. Cobra sentido completamente el hecho de que en la Academia se enseñaran aritmética, geometría plana y sólida, astronomía (de la cual se excluía la observación directa, convirtiéndose en pura geometría esférica), aritmética y dialéctica, ya que eran más que nada un entrenamiento para la aprehensión de las verdades y las formas eternas⁴⁷.

Al principio, en la *República*, Platón está convencido de que todo lo visible es una mera copia de la verdadera realidad, el mundo de las Ideas, así que encarece a sus lectores de no prestar atención al cosmos visible:

El cielo estrellado, aunque sea la más perfecta de las cosas visibles, debe considerarse muy inferior a las nociones auténticas de la absoluta calma y actividad. Mas hay que captarlos por medio de la razón y de la inteligencia y no por la vista. Los cielos estrellados deberán utilizarse sólo como un modelo y con el criterio de un más alto conocimiento. En astronomía, lo mismo que en geometría, nos dedicaríamos a los problemas y dejaríamos los cielos en paz, si pudiéramos acercarnos al sujeto por el camino recto.⁴⁸

Al escribir el *Tímeo*, treinta años después, ha cambiado de opinión y ahora el cielo visible es su objeto de estudio y utiliza la astronomía del matemático y astrónomo Eudoxo considerándola como la "ciencia verdadera". Eudoxo, a través de un modelo de esferas concéntricas, explicaba los movimientos del Sol, la Luna y las estrellas.

Con la astrología abarcó y extendió las concepciones místicas de Pitágoras acerca de la importancia cósmica del número y de las formas geométricas, encontrando en ellas ejemplos de verdades absolutas independientes de los sentidos. Ahora el cielo y los cuerpos celestes mostraban, para Platón, su divinidad en la inmutable regularidad de sus mo

⁴⁷ Cf. *Ibid.*, p. 99.

⁴⁸ Platón, *La República*.

vimientos perfectos y esféricos. El cielo es eterno en sí, no obstante que esté constituido por los cuatro elementos. Su eternidad está garantizada porque el Demiurgo gastó toda la materia del universo disponible, así que no hay posibilidad de que ningún cuerpo exterior lo perturbe. El cosmos es eterno porque es único⁴⁹.

Así se prescribía cualquier alteración de los cielos, del mismo modo en que a él le hubiera gustado prescribirla de los asuntos humanos. Ahogó la idea de que la Tierra se movía. Idea ya expresada por los pitagóricos.

Vemos entonces que extrae de Pitágoras sólo aquello que era acorde con su visión conservadora de la realidad, y en la Academia sólo se enseñará música, astronomía (no a través de observaciones directas) y matemáticas; no se enseñará el estudio de la naturaleza, pues ésta estaba llena de irregularidades e imperfecciones.

Hasta aquí hemos visto ya dos concepciones diferentes de la realidad. Una es la tradición jónica, materialista, que prescindía de los dioses para fundamentarse, y, en cambio, se sustentaba en la propia estabilidad de la naturaleza y a partir de ésta construía lo que consideraban una explicación verdadera de la misma, teniendo como fuente los procesos productivos cotidianos. Esta manifestación del pensamiento corresponde a una época de grandes cambios y grandes realizaciones. Cicerón lo expresa así:

Los frutos de la tierra están igualmente al servicio del hombre. Extraemos riquezas de las llanuras y de las montañas; nuestros son los ríos y los lagos; recolectamos las cosechas y plantamos árboles; regando, convertimos en fértil el suelo estéril; embalsamos, desviamos y dirigimos los ríos. En resumen, usando nuestras manos, damos la existencia a una Segunda Naturaleza destinada a nuestro servicio.⁵⁰

La otra, la concepción idealista, que se contrapone

⁴⁹ Cf. Platón, *Timeo*.

⁵⁰ Cicerón, *De la Naturaleza de los Dioses*. Citado en B. Farrington, *La rebelión de Epicuro, op. cit.*, p. 58. (El subrayado es nuestro).

a la anterior y que tiene sus orígenes en la filosofía de Parménides, surge también en una época de grandes cambios, pero no para guiarlos y alentarlos, sino para oponerse a ellos. Esta concepción alcanza con el pensamiento de Platón, y más tarde con el de Aristóteles, sus formas más elaboradas y completas, y tendrán decisiva influencia a lo largo de los siglos venideros. Uno de los grandes logros de Platón y de Aristóteles es que construyen una filosofía acorde al intelecto y -sobre todo la de Platón- divorciada del conocimiento que es posible adquirir a través de nuestros sentidos.

Llegamos ahora con Aristóteles después de hacer un resumen de los aspectos fundamentales del pensamiento de los filósofos anteriores a él. Veremos cómo hace una interpretación del pensamiento de todos ellos acorde a su concepción de la realidad. Rasgos característicos de su filosofía son las ideas de subordinación y de resignación que subyacen detrás de los conceptos de clasificación y de causa final, respectivamente. Los tres grandes filósofos de la decadencia de Atenas desarrollan el idealismo, interrumpiendo el movimiento científico iniciado por los filósofos jónicos. Dada la crisis que llevó a la terminación de la democracia que, como ya habíamos mencionado, no podía durar permanentemente ya que no era autosuficiente, pues se basaba en la esclavitud y en la explotación del territorio ajeno, el desarrollo de la sociedad estaba estancado; y esto fue suficiente para que se rechazara y repudiara la idea de que la naturaleza misma pudiera cambiar. Por lo tanto, la filosofía dejó de ser progresista para preservar y respaldar toda concepción conservadora de la realidad. De esta manera, Aristóteles construye un imponente sistema ideológico que nos habla de un orden preestablecido en la naturaleza y una finalidad en todo fenómeno de la misma, contra los cuales no tiene caso oponerse. La filosofía aristotélica se encuentra en el camino de convertirse en religión. Religión para beneficio de las clases dominantes. Para entender esta transformación será necesario ahondar en la obra aristotélica.

4. VISION ARISTOTELICA DEL MUNDO

El siguiente ejemplo que trataremos para observar la estrecha relación que existe entre la ciencia y la ideología, lo constituye lo que podemos llamar la "visión aristotélica del mundo", la cual está basada en la obra de Aristóteles (384-322 a.n.e.). Podemos ubicar la vigencia de esta concepción del mundo entre la época en que vivió el filósofo y los inicios del Renacimiento (1543 podría ser señalada como la fecha en que, con la publicación del libro *De revolutionibus orbium coelestium* de Copérnico, se da el golpe definitivo que termina con esta visión del universo). La obra de Aristóteles abarca una amplísima gama del conocimiento, comprende materias científicas que en la actualidad conocemos como biología, astronomía, física, química y medicina, así como conocimientos fuera del ámbito de la ciencia, como lógica, retórica, metafísica, política y crítica literaria. Aristóteles hace contribuciones originales en todas las áreas del saber que cultivó, sobre todo en biología y metafísica. Existe el error de considerarlo como el fundador de la lógica (creemos que tal mérito corresponde a Parménides)*; no obstante, Aristóteles hace aportaciones a esta ciencia y la utiliza como ningún otro filósofo hasta entonces como herramienta fundamental del conocimiento. Sin embargo, más importante que sus esenciales aportaciones a todas estas ramas del saber, fue su intento de organizar en un todo coherente y sistemático los conocimientos de la época. Su visión del mundo y del hombre presenta tal unidad fundamental que no es posible hallar una síntesis comparable a la suya en cuanto a extensión y originalidad se refiere, a pesar de que no es difícil hallar incoherencias, e incluso contradicciones, al entrar en detalles dentro de su obra.

La unidad y la coherencia de la obra aristotélica explican en parte el porqué de su influencia y vigencia durante tanto tiempo; pero la principal razón por la cual la visión aristotélica del mundo prevalece, en lo fundamen-

*Ver página 55 de este trabajo.

tal, por tantos siglos, es porque corresponde a los intereses de las clases dominantes durante el período que hemos mencionado. Es la concepción del mundo que corresponde a la aristocracia, a la religión establecida y a la ausencia de todo cambio en la naturaleza y en la sociedad; concepción que pregona un orden eterno e inmutable, tal y como lo hace Platón, pero con la diferencia de que la aristotélica es una concepción más realista y esto permite las *remodelaciones* que se le hacen en forma obligada, precisamente por los cambios que se dan en las relaciones sociales y en las formas de producción, principalmente a partir del siglo XIII de nuestra era y hasta el fin de la Edad Media.

Aun en sus especulaciones más abstractas, Aristóteles, a diferencia de Platón, tendrá siempre en cuenta los acontecimientos del mundo físico; parte de la realidad tal y como la sentimos. En Aristóteles obra un vigoroso sentido común que lo hace resistirse a creer que el mundo que nos ofrecen nuestras sensaciones no sea real¹. Lo anterior hizo que la ciencia aristotélica fuera particularmente idónea para enfrentarse al mundo real cuando fallaba la fe. Claro está, era una explicación e interpretación del mundo real acorde siempre a la ideología dominante. Un ejemplo de lo anterior lo tenemos en la astronomía ptolemeica y la propia física aristotélica.

No obstante, ninguna remodelación o adecuación de la ciencia aristotélica logró impedir la revolución que se produce en la ciencia y en todas las ramas del saber a partir del siglo XVI, como consecuencia de los radicales cambios que se dan, no en el seno mismo de la ciencia, sino en la sociedad y en las formas de producción.

Es la obra de Aristóteles el ejemplo perfecto de la superestructura ideológica de una clase social. Conviene aquí citar a Marx y Engels:

Las ideas de la clase dominante son las ideas dominantes en cada época; o, dicho en otros términos, la clase que ejerce el poder material dominante en la so--

¹Cf. W.K.C. Guthrie, *op. cit.*, p.125.

ciudad es, al mismo tiempo, su poder *espiritual* dominante. La clase que tiene a su disposición los medios para la producción material dispone con ello, al mismo tiempo, de los medios para la producción espiritual, lo que hace que se le sometán, al propio tiempo, por término medio, las ideas de quienes carecen de los medios necesarios para producir espiritualmente. Las ideas dominantes no son otra cosa que la expresión ideal de las relaciones materiales dominantes, las mismas relaciones materiales dominantes concebidas como ideas; por tanto, las relaciones que hacen de una determinada clase la clase dominante son también las que confieren el papel dominante a sus ideas. Los individuos que forman la clase dominante tienen también, entre otras cosas, la conciencia de ello y piensan a tono con ello; por eso, en cuanto dominan como clase y en cuanto determinan todo el ámbito de una época histórica, se comprende de suyo que lo hagan en toda su extensión y, por tanto, entre otras cosas, también como pensadores, como productores de ideas, que regulen la producción y distribución de las ideas de su tiempo; y que sus ideas sean, por ello mismo, las ideas dominantes de la época.²

Luego, continúan diciendo:

Estas "ideas dominantes", tendrán una forma tanto más general y amplia, cuanto más forzada se vea la clase dominante a presentar su interés como el de todos los miembros de la sociedad. La propia clase dominante sus tenta, término medio, la concepción de que son estas ideas suyas las dominantes, y las distingue de las ideas dominantes de épocas anteriores sólo porque con sidera a las primeras como verdades eternas.³

Hemos, pues, introducido, lo que será nuestro siguiente ejemplo para observar las relaciones entre la ciencia

²C.Marx y F.Engels, *La ideología alemana*, op.cit., p.50.

³*Ibid.*, p. 677.

y la ideología. Ahora, procederemos a analizar, primero, cuáles son los aspectos fundamentales de esta visión del mundo y, después, brevemente, cómo persiste dicha visión hasta antes del Renacimiento.

Tradicionalmente se nos presenta a Aristóteles como el filósofo que resume e integra todo el saber griego, tanto el de los pensadores de su época como el de sus predecesores más antiguos; y ya vimos en el capítulo anterior cómo es refutada tal creencia. Lo que sí es del todo correcto es que la obra aristotélica recibe una gran influencia de Platón, y para entender la obra de aquél hay que considerar la de este último.

Ahora bien, lo que hacen estos dos grandes filósofos no es resumir y culminar un movimiento intelectual iniciado por los filósofos griegos más antiguos, sino adecuar e interpretar el pensamiento de estos últimos de acuerdo a su propia concepción del mundo, a la conciencia que ellos (Platón y Aristóteles) poseían de la realidad; concepción y conciencia del mundo determinadas por sus intereses de clase. Y son estos intereses comunes de cada clase social los que hacen que tal clase se sustantive y predestine, por así decirlo, sus condiciones de vida, determinando la conciencia que los individuos de dicha clase posean⁴.

Ya se mencionó anteriormente que la física aristotélica presentaba incongruencias que para la gente no especializada pasaban desapercibidas, y prevalecía por sobre todo la gran coherencia globalizadora del pensamiento aristotélico. Así, por ejemplo, el universo de las dos esferas era insatisfactorio para quienes conocían las irregularidades de los planetas: los astrónomos tenían que recurrir a toda una serie de artificios y técnicas matemáticas para explicar los movimientos planetarios. También, el movimiento de proyectiles presentaba problemas que la explicación aristotélica no resolvía satisfactoriamente. Que esos hechos no lograron que se abandonara la física de Aristóteles y que, por el contrario, se utilizara o recurriera a ella cuando fallaba la fe, se explica porque la física y la astronomía aristotélicas descansaban en el concep

⁴ Cf. *Ibid.*, p. 61.

to de una Tierra inmóvil y en el centro del universo; concepto que proveía, y proveyó durante largo tiempo, de una noción del universo acorde con los intereses de las clases dominantes, y que constituía un elemento importante en las formas y relaciones de producción existentes en esas épocas (para ser más exactos, los períodos en que tuvo una gran influencia la obra de Aristóteles fueron del tiempo en que él vivió hasta los inicios de nuestra era y, posteriormente, a partir del siglo XIII hasta los inicios del Renacimiento). Las incongruencias que se observan al entrar en detalle provocaron que los seguidores de Aristóteles incluyeran una numerosa lista de cambios; algunos nada triviales. Sin embargo, en esa lista jamás aparece la menor sugerencia de que la Tierra fuera un planeta o dejara de estar en el centro del universo. Cualquier idea distinta a la de una Tierra central y única era una innovación particularmente difícil de admitir, incluso de comprender, para cualquier discípulo de Aristóteles. Esta idea constituía uno de los pilares del vasto conjunto de conceptos que formaban la estructura del pensamiento aristotélico. Como dice T. Kuhn:

- La idea de una tierra central e inmóvil era uno de los pocos grandes conceptos básicos sobre los que gravitaba una visión coherente y globalizadora de un determinado sistema del mundo.⁵

Ahora bien, para comprender mejor el porqué de esta visión del mundo y, sobre todo, para observar cómo pueden existir diversas corrientes del pensamiento científico y que el éxito que alguna de ellas tenga no depende de su mayor "objetividad" ni de su mayor grado de "veracidad", sino de su adecuación e interacción con la estructura social de la época, analizaremos cómo aparece el pensamiento aristotélico teniendo como fondo el intento de una determinada clase social para imponer al resto de la sociedad su propia conciencia de la realidad⁶.

⁵T. Kuhn, *La revolución copernicana*, Edit. Ariel (1978) p. 123.

⁶Ver pp. 85-86 de este trabajo.

Aristóteles y Platón -y aquí habría que incluir también a Sócrates- pertenecen a la Atenas del período de la decadencia. Como veremos más adelante, la enorme capacidad y habilidad que poseían estos tres filósofos para influir sobre el pensamiento, la derivaron de la grandeza revolucionaria de la primera ciudad libre; capacidad y habilidad que pusieron al servicio de la contrarrevolución. Sócrates -al menos como lo presenta Platón-, el propio Platón y Aristóteles mostraron un gran desprecio por la democracia, que solamente podía ser encubierto por el profundo temor que les inspiraba. J.D.Bernal dice en su libro *La ciencia en la historia*:

Marx mostró excesiva benevolencia hacia los filósofos, o tal vez pensó en su antiguo favorito, Epicuro, cuando dijo: "Hasta ahora, los filósofos únicamente han tratado de comprender al mundo; la tarea, sin embargo, consiste en transformarlo". La tarea que Platón se puso por delante, de un modo completamente consciente, fue la de impedir que el mundo cambiara, por lo menos en el sentido de la democracia.⁷

Pasemos ahora a discutir los aspectos fundamentales de la obra aristotélica, enmarcada por el derrumbamiento de la *polis* griega.

Aristóteles nace en el año 384 a.n.e. en Estagira, en la Grecia del Norte. Su padre pertenecía al cuerpo médico de los asclepiadeos, y fue médico del padre de Filipo II de Macedonia. Era jonio y sus ascendientes habían vivido la tradición científica de los materialistas. Seguramente esta formación es la que lo hace rebelarse al idealismo extremo de Platón cuando comenta respecto a las Ideas: "Pero llamarlas modelos, o decir que las demás cosas participan en ellas, es decir palabras vacías y metáforas poéticas"⁸. Se traslada a la ciudad de Atenas para ingresar en la Academia a la edad de diecisiete años. Permanece en ella hasta la muerte de Platón, veinte años después. En ese tiem

⁷J.D.Bernal, *op.cit.*, p.207.

⁸W.K.C.Guthrie, *op.cit.*, p.125.

po el ambiente en Atenas no era muy favorable a los amigos de Macedonia; y él lo era, tanto por las relaciones de su padre como por inclinación natural. Viajó mucho, de ahí lo extenso de sus recolecciones de material biológico. Desempeñó el cargo de tutor de Alejandro por encargo del padre de éste, Filipo II. Regresó a la ciudad de Atenas y fundó el Liceo (llamado así por su proximidad al *Lykeios*, recinto de Apolo). Había en él un paseo cubierto o *peripatos*⁹. De ahí el nombre que habían de recibir los discípulos de Aristóteles, pues acostumbraban escuchar al maestro caminando alrededor de este paseo. A diferencia de la Academia en el Liceo había un ambiente más científico que filosófico; aquí se cultivaban las ciencias de observación, y los discípulos se dedicaban a coleccionar materiales para ir formando las bases de dichas ciencias y aumentar la enorme cantidad que Aristóteles ya había recogido por sí mismo.

Transcurre así una pacífica existencia para Aristóteles y el Liceo hasta que en el año 323 se recibe en Atenas la noticia de la increíble muerte de Alejandro. A partir de esto se desata en la ciudad una campaña anti-macedónica y la asamblea ateniense resuelve librarse de las guarniciones de Macedonia. Como resultado de esta campaña se inventa un cargo de impiedad contra Aristóteles, de la misma manera que tiempos atrás se había inventado contra Anaxágoras y Sócrates. El Estagirita -pensando seguramente en este último- trata de "evitar a los atenienses un segundo crimen contra la filosofía" y se retira a un destierro voluntario en la ciudad de Calcis, Eubea. Después de un año de radicarse allí, muere en el año 322 a.n.e. a la edad de 62 años.

Como ya habíamos mencionado, en Aristóteles obra un vigoroso sentido común que lo hace resistirse a creer que este mundo en que vivimos no sea real, pero, por otro lado, nunca deja de ser un platónico y dedica su genio a unir estos dos mundos: el de las Ideas y el de los sentidos. En su juventud acepta las ideas platónicas: doctrina de las Ideas, la inmortalidad y la transmigración del alma y el concepto del conocimiento terrenal como rememoración del conocimiento del otro mundo. En Aristóteles se expresa la herencia so

⁹ Cf. *Ibid.*, p. 124.

crática de que la realidad de las cosas radica al final y no al principio¹⁰. Del platonismo hereda el punto de vista teleológico y la convicción de que la realidad reside en la forma. Para Aristóteles hay una importancia suprema de la forma. Se opone decididamente al punto de vista materialista cuando está convencido de que el conocimiento es posible y que tiene que ser conocimiento de la forma y no de la materia. Para Aristóteles saber *de qué está hecha* una cosa es secundaria a la función *para la que fue hecha*. Rompe también con la antigua tradición jónica de la creación del mundo: para Aristóteles el mundo siempre ha sido así porque es el modo razonable que tiene de ser. No obstante lo anterior, se opone al concepto de las Ideas de su maestro. Para él, Platón no explica la relación entre los dos mundos y la causalidad de las Ideas. Asimismo, como herencia de los materialistas jónicos, considera el concepto de que todo material está constituido por cuatro elementos: agua, aire, tierra y fuego; agregando él un quinto elemento: el éter. Otro problema que enfrenta Aristóteles a lo largo de su obra es el del movimiento y el cambio en la naturaleza; y todo conocimiento verdadero deberá explicarlo. Esto último surge del postulado básico de sentido común que está presente en su obra y que exige que el verdadero conocimiento debe satisfacer cierta estabilidad que requiere la mente humana.

Aristóteles vive el final del derrumbamiento de una época de la vida política griega y el inicio de otra. De esta manera, Aristóteles ocupa una posición central en la historia de la ciencia, ya que estuvo en condiciones de recoger todo el conocimiento de las ciudades griegas para interpretar lo acorde a su conciencia de la realidad y lograr una síntesis de dicho conocimiento y transmitirlo para que pudiera ser aplicado en los imperios que tomaron el lugar de la civilización griega. Aristóteles gozó, durante la mayor parte de su vida, de los favores que le concedieron los reyes y las ciudades, y aprovechó plenamente esta situación. Es el filósofo del sentido común, de ahí la facilidad que tuvo su obra para ser aceptada. Aristóteles

¹⁰ Cf. W.K.C. Guthrie, *op. cit.*, p. 126.

les les hablaba del mundo a sus contemporáneos simple y sencillamente, tal y como lo conocían. Para leer a Platón se requiere de gran imaginación y una buena dosis de fervor moral, mientras que para hacerlo con Aristóteles no, ni tampoco se requiere de una previa especialización; aun cuando hay que aceptar que sí es ardua su lectura. Su mayor logro no está constituido por cada una de las partes de su obra, sino, y precisamente, por la gran integración que hace, por medio de la lógica, del conocimiento de la época¹¹.

En Aristóteles aparece por primera vez una distinción explícita entre el conocimiento científico y el filosófico. De hecho, él constituye en disciplinas formales a la lógica, la física, la biología y las humanidades y, además, a todo aquello que no cabía en éstas, lo agrupó en un cuerpo aparte del conocimiento que después conoceríamos con el nombre de *metafísica*, por estar después de los libros de física. Nombre que, por otro lado, resultó del todo apropiado.

Aristóteles sostiene, en contraposición a la doctrina de las Ideas, que la auténtica realidad la constituyen las cosas individuales: "este caballo", "este hombre", "esta piedra", etc. La totalidad de su investigación tendrá como finalidad comprender lo que realmente son estos objetos individuales. Al inicio de su *Metafísica* él mismo hace patente el valor que le atribuye a la experiencia como medio para alcanzar el conocimiento:

Todos los hombres tienen naturalmente el deseo de saber. El placer que nos causan las percepciones de nuestros sentidos son una prueba de esta verdad.

Y más adelante continúa:

En la práctica la experiencia no parece diferir del arte, y se observa que hasta los mismos que sólo tienen experiencia consiguen mejor su objeto que los que

¹¹J.D.Bernal, *La ciencia en la historia*, op.cit., p.222.

poseen la teoría sin la experiencia.¹²

Aristóteles enfrenta los mismos problemas que ya habían sido tratados con anterioridad. En él aparecen elementos de la teoría del Ser de Parménides; enfrenta el problema del cambio y del movimiento planteado por Heráclito; hereda elementos mecanicistas de los atomistas; y toma de Anaxágoras su teoría de la inteligencia.

Aristóteles parte del conocimiento de los objetos particulares para llegar a lo general, y este conocimiento no se puede practicar fuera de la realidad sensible. Este conocimiento de lo general, que Aristóteles llama *los universales* se da en y con los objetos particulares. En este sentido plantea la existencia de cuatro substancias*: la esencia, la idea universal, el género y el individuo. No son substancias que están *aparte* del mundo sensible, pero existen y pueden ser pensadas independientemente. No cambian y suministran los objetos de la verdadera filosofía. Lo que es más propiamente substancia es el individuo, porque los demás se afirman de él; en cambio él no se afirma ni se predica de los demás. Lo individual es la substancia primera, y se deberá partir de ello para el verdadero conocimiento de la realidad.

Ya hemos mencionado que para Aristóteles los cuerpos sensibles están constituidos por materia y forma, y la unión de estas dos constituye la substancia primera. Teniendo para el Estagirita fundamental importancia la forma, constituyendo ésta la esencia de las cosas. Según el propio Aristóteles, los antiguos confundían "esta cosa fría se ha puesto caliente" con "el calor se ha hecho frío".

Entre los principios que constituyen el ser están, en

¹²Aristóteles, *Metafísica*, Libro I, cap. 1, Editorial Porrúa, S.A., México (1980) pp. 4 y 6.

*La noción de substancia manejada por Aristóteles no es la que se maneja en la actualidad en la ciencia moderna. El se refería a la substancia como un concepto enteramente metafísico, como la auténtica realidad del ser.

la doctrina aristotélica, los conceptos de *causa*: "...como vemos un objeto en cuanto conocemos la razón de su existencia (el porqué), lo cual es conocer sus causas, hasta llegar a la primera de todas"¹³. Aristóteles señala cuatro causas: causa material, causa eficiente, causa formal y causa final. La causa material es el sujeto en qué o de qué se produce alguna cosa; la causa formal es la esencia del objeto; causa eficiente es aquello donde se origina el cambio; y la causa final es el fin o el objetivo por el que se realiza alguna obra o acción. Las causas material y formal son causas constitutivas del efecto, como partes intrínsecas del mismo. La causa eficiente es la que con más propiedad pudiera llamarse causa. Así por ejemplo, el bronce es la causa material de la estatua; el escultor es la causa eficiente; la forma que adquiere la estatua es la causa formal; y, por último, hay una finalidad con la cual se realiza la estatua, ésta es la causa final. Otro ejemplo es el del embrión que procede de un hombre. Este, que es de donde proviene el embrión, es la causa eficiente al mismo tiempo que, en este caso, la material. Y en este embrión ya está presente la facultad de llegar a ser un hombre -o una mujer- como su antecesor, y esto constituye las causas formal y final. Todos los objetos sensibles tienden a la realización de su forma final. Según Aristóteles, existe el *telos* o fin, una perfección por cuya influencia tiene lugar la actividad del mundo natural. Lo perfecto precede a lo imperfecto, tanto en el tiempo como en la escala de valor. Así, por ejemplo, debe existir previamente un individuo de una especie plenamente desarrollado (causa eficiente) para que pueda ser creado un nuevo individuo de la misma especie. La causa final o formal es la que lleva a cada individuo de una especie a adquirir la plena posesión de la forma que por su propia naturaleza debe alcanzar, y esto equivale a la perfecta ejecución de la función que cada individuo debe realizar.

Ya vimos que el problema del movimiento y del cambio está presente en todos los pensadores griegos; Aristóteles no es la excepción. Sentía con tanta fuerza la necesidad

¹³ Aristóteles, *Física*, L. II, cap. 5.

de explicar el movimiento que definió los objetos naturales diciendo que "contienen en sí mismos el principio del movimiento y del reposo". Lo que se mueve -dice Aristóteles-, puede hacerlo experimentando cambio en su substancia, en su cantidad, en su calidad, o en su lugar. Cada uno de estos cambios lo puede hacer en una de dos direcciones, que Aristóteles llama de *generación* o de *corrupción*. Ahora bien, la explicación que da para el movimiento es que existe en los objetos sensibles un impulso interior acorde con su forma y finalidad (causas formal y final) dadas por su "naturaleza" (*physis*). Este impulso interior que está presente en todas las cosas, esta *dynamis*, esta facultad que tienen las cosas para el movimiento (cambio en su substancia, cantidad, calidad o lugar) y que es la que lo explica, está expuesta en la teoría aristotélica del *acto* y la *potencia*, que viene a darle a toda su doctrina una gran coherencia interna.

Todas las cosas poseen una capacidad intrínseca (*dynamis*) que los hace tender hacia un estado final de perfección (*energeia*). Por ejemplo, un embrión humano no es un hombre, pero tiene la capacidad de llegar a serlo, está en potencia; y en cuanto se convierte en hombre está en acto. Ahora bien, aquí hay una completa correspondencia con las causas. Previo al embrión debe existir un hombre adulto (causas material y eficiente), el cual ya está en acto; además, este embrión tiene la capacidad de recibir la forma del hombre (causa formal), para al último llegar a ser un hombre adulto (causa final), el cual ya está en acto. Lo mismo ocurre con una semilla, que potencialmente puede ser un árbol, y cuando llega a serlo estará en acto. En realidad todos los objetos sensibles son una combinación de acto y potencia. Por ejemplo, un cuerpo A que queremos que alcance la temperatura de un cuerpo B, está en potencia de alcanzar dicha temperatura, y este último está en acto, respecto de este proceso. Así, cuando el cuerpo A llega a alguna temperatura intermedia, estará en acto respecto a este proceso parcial, pero estará en potencia respecto al primer proceso. El acto precede siempre a la potencia; tanto en la escala de valor como en el tiempo. Para que exista un embrión (ser en potencia) debe de existir un hombre (ser en acto); de la misma manera que para que un cuerpo

alcance una determinada temperatura debe de existir otro cuerpo teniendo ya esa temperatura. La materia está, por su naturaleza, deseosa de constituir un todo con el acto, lo cual alcanzará al adquirir forma.

Respecto al problema del movimiento en el sentido estricto de cambio de lugar, Aristóteles lo explica a través de su teoría del acto y la potencia. Existen los movimientos *naturales*, que son movimientos *finales*, movimientos que se llevan a cabo porque la materia tiende siempre a estar en acto; y en este caso estar en acto es ocupar el lugar que de acuerdo a su *physis* particular le corresponde en el universo. Así, el movimiento natural de la tierra y el agua es vertical y hacia abajo, en el centro del universo que coincide con el centro de la Tierra, porque aquél es el lugar natural de este último. Luego, el movimiento del aire y el fuego es también vertical, pero hacia arriba, en la periferia y por debajo de la Luna. Finalmente, el éter, el quinto elemento introducido por Aristóteles para designar a la materia que forma los cielos, tiene un movimiento circular eterno, pues ésta es su naturaleza (*physis*). Los otros movimientos, los no naturales y el cambio en general, requieren de una causa externa. Reproducimos la siguiente cita de la *Física* aristotélica:

Las trayectorias típicas de los cuerpos naturales simples, fuego, tierra y otros semejantes, indican, no sólo que el lugar es algo, sino también que ejerce una cierta influencia. En efecto, si no se interpone ningún tipo de obstáculo, todos y cada uno de ellos son transportados hacia su propia ubicación, uno hacia arriba, otro hacia abajo [...] "arriba" no es cualquier lugar, sino allí donde son llevados el fuego y la luz, lo mismo que no lo es abajo el lugar hacia donde se ven trasladadas las cosas terrosas y con peso; de ello se infiere que tales lugares no sólo difieren por su posición relativa, sino también porque gozan de distintas potencias.¹⁴

¹⁴ Aristóteles, *Física*.

De esta manera, la exigencia de algo que provoque el movimiento debe quedar satisfecha en cada acto independiente que ocurre en el mundo físico; pero tiene que quedar satisfecha también para el conjunto del universo. He aquí también la teoría del acto y la potencia: el movimiento, como tal, se halla en el movido (pues en cuanto *mabile* está en potencia) y no en el que mueve (pues en cuanto *motor* está en acto). O sea, que todo lo que se mueve o cambia es movido o cambiado por algo. Surge así una cadena de motores que mueven y son movidos; pero esta cadena no es infinita, existe algo que mueve sin ser movido, un "motor inmóvil". Este motor es Dios, que está totalmente en acto y sin ninguna potencia por realizar.

Ya hemos mencionado que todo objeto en movimiento o sujeto a cambio está en potencia; sin embargo, existe algo en ese mismo cuerpo que ya está en acto, y ese algo constituirá la causa formal-final hacia el cual tenderá la potencia del objeto. En el caso de las esferas celestes existe ese algo en acto que Aristóteles llama "inteligencias" (*nous*) y que harán que estas esferas sean movidas por el "primer motor", por aspiración hacia esa perfección, hacia ese ser que no tiene ninguna potencia por realizar, que es todo actualidad. Para Aristóteles sólo Dios es la única substancia que puede estar separada de la materia. Este Dios que es todo acto, es todo inteligencia. Pero este Dios no puede pensar en el mundo sensible porque si lo hiciera dejaría de estar en acto, estaría en potencia y no sería perfecto, porque estaría cambiando, estaría siendo movido por algo externo a él. Por lo tanto, Dios sólo puede estar pensando en sí mismo; quedando así, excluida toda posibilidad de providencia divina.

El *nous*, que es la inteligencia, que es la vida en su más alta manifestación, está presente en el ser humano. Esta cualidad que distingue al hombre de los demás animales y que lo hace parecerse a Dios está en acto. De esta manera, el mundo y el hombre no pueden dejar de ir hacia Dios. Dios mueve como el objeto de deseo.

Habiendo visto ya aspectos generales del pensamiento aristotélico, pasemos ahora a considerar su física y su astronomía, que forman parte medular en la concepción del mundo físico que prevaleció en el mundo antiguo y en par-

te de la Edad Media. Antes aclararemos que el término "física" para Aristóteles no significaba lo mismo que significa en la actualidad. El objeto de la física, dentro de la división de las ciencias que hace el mismo Aristóteles, comprende el estudio de los seres naturales. Por seres naturales o simplemente naturaleza ($\psi\upsilon\sigma\iota\varsigma$:physis) entienden los griegos las cosas sensibles, sujetas inexorablemente al movimiento y al cambio y que son perceptibles por los sentidos.

Ya habíamos mencionado también, que la física y la astronomía aristotélicas presentaban inconsistencias. Pero éstas son detectadas solamente al entrar en detalle en la doctrina de Aristóteles. Por sobre estas inconsistencias está la gran coherencia y globalización existentes en la obra aristotélica considerándola como un todo.

Los movimientos naturales son explicados a través de la teoría del acto y la potencia como ya se dijo anteriormente, pero ¿qué se puede decir de los movimientos violentos como, por ejemplo, el vuelo de una flecha o una lanza? Se explica el inicio de su movimiento, pues son impulsadas por un "motor", que en este caso es el arco el que impulsa la flecha o el brazo de quien arroja la lanza. Pero al abandonar el arco o el brazo ¿cómo es que continúan su movimiento? Aristóteles mismo da la respuesta: la punta de la flecha o de la lanza va desplazando al aire delante de ella, y aquél, al cerrarse detrás de la flecha, la va empujando. Todo esto está acorde con el concepto de un "motor" como causa de todo movimiento. Pero surgía otra pregunta: ¿ocurre lo mismo con los cuerpos que no tienen forma puntiaguda (para penetrar el aire) cuando son lanzados?

Otra inconsistencia presente en la cosmología aristotélica es que no explica satisfactoriamente el movimiento de los planetas. Para dar una explicación aproximada de ello, los matemáticos y astrónomos, entre ellos Eudoxo y su discípulo Calipo (siglo IV a.n.e.), tenían que suponer movimientos adicionales de los planetas dentro del modelo de las esferas concéntricas; tales movimientos eran conocidos como *epiciclos* y *deferentes*, que aquí no viene al caso exponer, pero que tenían como finalidad explicar las irregularidades observadas en el movimiento de los pla-

netas¹⁵. El mismo Aristóteles introduce cincuenta y cinco esferas auxiliares para dar cuenta aproximada del movimiento planetario¹⁶.

Aristóteles vive el total derrumbamiento de la *polis* griega y el primero de los grandes imperios que vendrían después. Una característica de las épocas de crisis es que aparecen grandes síntesis, como la del propio Aristóteles, o la de Hegel y la de Comte, en sus respectivas épocas. Aristóteles reúne e interpreta a su manera el conocimiento de la época. Acepta el punto de vista teleológico de Sócrates y de Platón, no obstante que rechaza las teorías de las Ideas y de la reminiscencia del alma, dada la formación heredada de sus ancestros, que eran médicos de la corte macedónica, y que lo hace resistirse a creer que este mundo no fuera real, obrando en él un poderoso sentido común que será el punto de partida de su obra (la substancia primera son los entes individuales). Pero este postulado de sentido común estará siempre guiado por la firme creencia de que hay una finalidad en todos y cada uno de los objetos (animados e inanimados) de este mundo, y que este mundo no fue creado sino que siempre ha sido y es eterno tal y como lo vemos (para ser exactos: *tal y como él lo ve*), porque esa es la forma razonable de ser del mundo. Siempre fiel al postulado de sentido común, de los materialistas solamente toma la idea de la constitución de la materia por cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego, añadiendo él un quinto elemento, el éter, como constituyente de las regiones celestes; pero rechaza enérgicamente los conceptos de átomo y vacío, así como los de azar y la idea de la formación del mundo. Detrás de toda su obra subyacen las ideas de resignación y de subordinación. Esta última se refleja en el concepto aristotélico de clasificación, que consiste en separar los organismos y los materiales por semejanzas y establecer un orden de perfección creciente hacia una forma final. Con la clasificación se establecen señales de demarcación entre todas las cosas sensibles; señales que no va-

¹⁵Para una explicación de estas correcciones, ver el libro de T. Kuhn, *La revolución copernicana*, op. cit., p. 94.

¹⁶Cf. Aristóteles, *Metafísica*, L. XI, cap. 8.

riarán, pues no tienen por qué, ya que la *physis* de cada cosa le señala su lugar. De esta manera, habrá seres superiores e inferiores tanto en las plantas como en los animales, y también habrá, de forma *natural*, amos y esclavos.

Tenemos así que el conocimiento científico, concretamente el de las clasificaciones biológicas teniendo detrás un punto de vista teleológico, es utilizado para justificar una forma de organización social. Recordemos que la sociedad griega era una sociedad esclavista, y Aristóteles intenta justificarla a través del discurso científico. Ilustrativo de lo anterior es la siguiente cita tomada de *La Política*:

Quando es uno inferior a sus semejantes, tanto como lo son el cuerpo respecto del alma y el bruto respecto del hombre, y tal es la condición de todos aquellos en quienes el empleo de las fuerzas corporales es el mejor y único partido que puede sacarse de su ser, se es esclavo por naturaleza. Estos hombres, así como los demás seres de que acabamos de hablar, no pueden hacer cosa mejor que someterse a la autoridad de un señor; porque es *esclavo por naturaleza* el que puede entregarse a otro; y lo que precisamente le obliga a hacerse de otro es el no poder llegar a comprender la razón sino cuando otro se la muestra, pero sin poseerla en sí mismo... *La naturaleza misma lo quiere así*, puesto que hace los cuerpos de los hombres libres diferentes a los de los esclavos...

...es evidente que los unos son naturalmente libres y los otros naturalmente esclavos; y que para estos últimos es la esclavitud tan útil como justa.¹⁷

El genio de Aristóteles consiste en organizar y formar en un todo coherente y racional lo que la sociedad de su época percibía en la vida diaria, desde el simple movimiento de los objetos terrestres y otras experiencias cotidianas hasta el movimiento de los astros. Esta visión

¹⁷ Aristóteles, *La Política*, Edit. Espasa Calpe Mexicana, S. A., México (1958)p.29.

del mundo descansaba sobre conceptos fundamentales que tuvieron la virtud de ser fácilmente aceptados por el hombre común de aquella época y que por lo mismo satisfacían exigencias de tipo psicológico que cualquier esquema conceptual debe cumplir para ser aceptado¹⁸. Estos conceptos son: (i) la idea de una Tierra única e inmóvil en el centro del universo; (ii) la consideración de cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego) como los constituyentes primordiales de todas las cosas materiales, además del éter; (iii) el *plenum* aristotélico (*horror vacui*); y (iv) lo que Kuhn llama "la majestad de los cielos"¹⁹.

La idea de una Tierra única e inmóvil en el centro del universo forma parte esencial de la cosmología aristotélica. Repasemos ésta: el universo aristotélico está lleno en su mayor parte por éter, éste a su vez forma un conjunto de caparazones concéntricos que constituyen un gigantesco cascarón esférico, limitado en su parte exterior por la superficie de la esfera de las estrellas, y en la interior por la superficie de la esfera concéntrica que arrastra al planeta más bajo, la Luna. A diferencia de las substancias que se conocen sobre la Tierra, el éter es puro e inalterable, transparente y sin peso. Los planetas y las estrellas, así como los caparazones esféricos concéntricos cuya rotación explica los movimientos celestes están hechos de éter. En el interior de este cascarón estaba una esfera, la cual estaba constituida por los cuatro elementos que hemos venido mencionando, con la esfera de la Tierra inmóvil en el centro de todo el sistema. De esta manera, el universo quedaba dividido en dos regiones: la celeste, formada por el éter, y la sublunar o terrena, formada por la tierra, el agua, el aire y el fuego.

Ahora bien, este sistema tiene como antecedentes a cosmologías más antiguas. El sistema aristotélico está basado en lo que se conoce como "universo de las dos esferas", que consiste en dos esferas concéntricas, una exterior y de colosales dimensiones en la cual están inserta-

¹⁸ Cf. T. Kuhn, *op. cit.*, p. 65.

¹⁹ *Ibid.*, p. 132.

das las estrellas, y otra interior en el centro del universo representando a la Tierra. La exterior gira completando una revolución en un día, mientras que la interior permanece fija.

La construcción de cosmologías es más antigua que la práctica de observaciones sistemáticas, y obedece a una necesidad psicológica y de orden lógico que tiene el hombre al ir adquiriendo conciencia de sí mismo y de todo lo que le rodea. Ya vimos en el ejemplo de la cultura jónica cómo estas concepciones del universo están determinadas por las formas de producción cotidianas y que además deberán estar acordes (dichas concepciones) con las formas de organización social de la época. Obviamente, las concepciones con mayor posibilidad de imponerse dentro de la sociedad serán las de la clase dominante²⁰. Estas formas de organización social y de producción se entrelazan con los recursos técnicos de la época para dar como resultado una visión general del universo que le permita al hombre "sentirse como en su propia casa".

Las concepciones primitivas del universo estaban determinadas, ante todo, por los eventos terrestres, por los sucesos que incidían directamente y de manera inmediata sobre los propios constructores de tales sistemas. Esto ya lo hemos visto en ejemplos anteriores. En dichas cosmologías, algo que era esbozado como cielo se limitaba a desempeñar el papel de envoltura de nuestro planeta. Así, por ejemplo, en una de las principales formas de la cosmología egipcia, la Tierra era una especie de plato alargado. El Nilo, fuente de la supervivencia de los egipcios, corría paralelamente a la dimensión mayor de dicha bandeja, en cuyo fondo se hallaba el lecho de aluviones en el que se encontraba confinada la antigua civilización egipcia, mientras que en sus bordes curvados y ondulados se constituían las montañas que delimitaban el mundo terrestre. Encima de esta tierra-bandeja estaba el dios-aire, que sostenía una bandeja invertida en forma de bóveda, el cielo. Por el otro lado, estaba el dios-agua, quien sostenía la bandeja terrestre, y a su vez ésta reposaba sobre una tercera bandeja que delimitaba simétricamente al universo desde abajo. También

²⁰Ver p. de este trabajo.

se han encontrado documentos que muestran la existencia de cosmologías comparables a las egipcias en las antiguas civilizaciones de India de Babilonia²¹. Parece ser entonces que el construir o delinear estructuras del universo responde a necesidades psicológicas muy profundas, y es en esta construcción en donde más fuertemente se refleja la conciencia del hombre. Como señala T. Kuhn:

El hombre no deja pasar nunca demasiado tiempo sin inventar una cosmología, puesto que ésta siempre le impregna de un determinado punto de vista sobre el mundo y da un significado a cada uno de sus actos, sean físicos o espirituales.²²

Diversas cosmologías aparecen en las antiguas civilizaciones y también, como ya se ha visto, en la griega; sin embargo, no es hasta bien entrado el siglo IV a.n.e. que los documentos adquieren un mayor grado de fiabilidad y que, como resultado de una lenta y larga evolución, se alcanza un acuerdo bastante generalizado sobre los puntos esenciales. A partir del siglo IV a.n.e., la visión del universo que la mayor parte de los filósofos y astrónomos griegos poseían era la de dos esferas concéntricas; la interior, la de la Tierra, estaba inmóvil, y la exterior, mucho más grande, estaba en rotación y llevaba consigo a las estrellas. El Sol se desplazaba en medio de estas dos esferas. Fuera de la esfera exterior no había nada, ni espacio ni materia. El movimiento del Sol y de las estrellas es satisfactoriamente explicado dentro de este modelo, siendo el movimiento de los planetas el que lo hacía inadecuado²³.

El origen del sistema de las dos esferas es oscuro, pero, por el contrario, no lo es en absoluto comprender las razones que sustentan su fuerza de persuasión. La esfera de los cielos es muy similar a la bóveda celeste pro

²¹Cf. T. Kuhn, *op.cit.*, p. 29.

²²*Ibid.*

²³Cf. *Ibid.*, p. 23.

puesta por babilonios y egipcios, además de que es innegable que existe semejanza entre el cielo y una bóveda. Más aún, existen argumentos de simetría en favor de un universo esférico. Lo que el ser humano ve es el conjunto de todas las estrellas moviéndose uniformemente tal y como si estuvieran fijadas en una gran esfera móvil. Luego, como las estrellas se consideraban eternas moviéndose con una regularidad perfecta, la superficie con la que se mueven debe ser también perfectamente regular y su movimiento siempre el mismo. ¿Qué figura responde a estos requerimientos que no sea una esfera? Este es uno de los argumentos principales expuestos por Platón en el diálogo *Timeo*:

Y lo ha combinado así [su constructor], primero para que el Todo fuera en lo posible un viviente perfecto, formado de partes perfectas; en segundo lugar, para que fuera único, sin que fuera de él quedará nada de lo que pudiera nacer otro viviente de la misma clase; y, finalmente, para que se viera libre de vejez [eterno] y enfermedad [incorruptible] [...]. Esta es la razón de que Dios haya formado el mundo en forma esférica y circular, siendo las distancias por todas partes iguales, desde el centro hasta los extremos. Esa es la más perfecta de todas las figuras y la más completamente semejante a sí misma. Pues Dios pensó que lo semejante es mil veces más bello que lo desemejante. En cuanto a la totalidad de su superficie exterior, la ha pulido y redondeado exactamente, y esto por varias razones. En primer lugar, el mundo no tenía ninguna necesidad de ojos, ya que no quedaba nada visible fuera de él, ni de orejas, ya que tampoco quedaba nada audible. No lo rodeaba ninguna atmósfera que hubiera exigido una respiración. Tampoco tenía necesidad de ningún órgano, bien fuera para absorber el alimento, bien para expeler lo que anteriormente hubiera asimilado. Pues nada podía salir de él por ninguna parte, y nada tampoco podía entrar en él, ya que fuera de él no había nada. En efecto, es el mundo mismo el que se da su propio alimento por su propia destrucción. Todas sus pasiones y todas sus operaciones se producen en él, por sí mismo, de acuer-

do con la intención de su autor. Pues el que lo construyó pensó que sería mejor si se bastaba a sí mismo que no si tenía necesidad de alguna cosa. No tenían para él ninguna utilidad las manos, hechas para coger o apartar algo, y el artista pensó que no había necesidad de dotarle de estos miembros superfluos, ni le eran tampoco útiles los pies, ni, en general, ningún órgano adaptado a la marcha [...]. Por esta razón, imprimiendo sobre él una revolución uniforme en el mismo lugar, hizo que se moviera con una rotación circular.²⁴

La cosmología de las dos esferas no fue la única existente en la antigua Grecia, también existieron otras esencialmente diferentes. Los atomistas griegos Leucipo y Demócrito en el siglo V a.n.e. consideraban al universo como un espacio infinito de minúsculas partículas indivisibles, llamadas átomos, que se desplazaban en todas direcciones. La formación de la Tierra, el Sol y todos los cuerpos celestes se debió, después de mucho tiempo, a las combinaciones de estas partículas al chocar. Es más, habían formado otros mundos como el nuestro, y éste era uno más dentro del infinito número de mundos posibles. También en el siglo V a.n.e. los discípulos de Pitágoras proponían una cosmología en la cual la Tierra tenía movimiento y se le desplazaba de su posición central. En este modelo situaban a las estrellas sobre una esfera gigante en movimiento, pero en su centro colocaban un inmenso fuego, el Altar de Zeus, invisible detrás de la Tierra. No se podía ver tal fuego porque la Tierra jamás estaba dirigida hacia él. Así que nuestro planeta era uno más, incluyendo al Sol, de los cuerpos que giraban en torno a ese fuego central. Heráclides del Ponto (siglo IV a.n.e.) sugirió que el movimiento de los cielos se debía a la rotación diaria de la Tierra sobre su propio eje y no al movimiento de la esfera de las estrellas; también destruyó la simetría al considerar a Venus y Mercurio girando alrededor del Sol, y éste moviéndose a su vez²⁵.

²⁴Platón, *Tímeo*.

²⁵Cf. T. Kuhn, *op. cit.*, p. 72.

Todas estas cosmologías eran construidas respondiendo a esas necesidades psicológicas de que hablábamos anteriormente, pero esa necesidad está vinculada y, más aún, originada, por la necesidad de integrar totalmente las actividades productivas y de organización de una sociedad en particular. Ahora bien, la forma de satisfacer todo esto variará -evidentemente- de sociedad a sociedad y de época a época. Los materialistas jónicos lo hacían directamente de los procesos productivos con la finalidad de beneficiar a la mayor cantidad posible de individuos²⁶; las cosmologías que pudiéramos llamar no-materialistas sí son sugeridas -como todas- por alguna manifestación terrestre, pero son interpretadas buscando formas trascendentales, fuera de la experiencia sensible y -como históricamente ha sucedido- para beneficio de una clase privilegiada.

Seguramente Aristóteles conocía las principales cosmologías que hemos mencionado, y en la gran síntesis que realiza debe incluir una cosmología que venga a darle un gran soporte a su obra. Acorde con su punto de vista teleológico y de la supremacía de la forma, será imposible para él adoptar o intentar adecuar la cosmología atomista y la pitagórica. El resultado es una cosmología derivada de la de las dos esferas, compatible totalmente con la obra del Estagirita. En su obra *Del cielo* expone lo siguiente:

El movimiento natural de la tierra, el de sus partes y el del conjunto, es hacia el centro del universo, de ahí su actual estado de reposo en el mismo. Puesto que ambos centros se confunden en un solo punto, cabría preguntarse hacia cuál de los dos son llevadas naturalmente las cosas que tienen peso y las partes de la tierra. ¿Alcanzan tal punto por el centro del universo o porque es el centro de la tierra? Los cuerpos se dirigen hacia el centro del universo [...] pero su cede que el centro de la tierra y el del universo son un mismo punto. Así pues, los cuerpos con peso también se mueven en dirección al centro de la tierra, pero sólo accidentalmente y en razón de que la tierra

²⁶Ver cap. 3 de este trabajo.

tiene su centro en el centro mismo del universo[...]. De tales consideraciones, se desprende de inmediato que la tierra está en reposo y situada en el centro. Además, la razón de su inmovilidad queda clara a partir de lo expuesto en la anterior discusión. Si es al go inherente a la naturaleza de la tierra, tal como se constata mediante la observación, moverse desde cualquier lugar en dirección hacia el centro, y si por otra parte el fuego se traslada desde el centro hacia los extremos, parte alguna de la tierra podrá ser alejada del centro sin someterla a una violencia[...]. Así pues, si es imposible alejar del centro ningún fragmento particular de tierra, aún lo será más hacerlo con su totalidad, puesto que es natural para el todo permanecer en el lugar hacia donde se dirigen naturalmente sus partes [...].

En cuanto a su forma, la tierra es necesariamente esférica [...]. Debemos representarnos mentalmente qué quiere decirse al afirmar que la tierra tuvo un origen [...]. De un lado, es evidente que si las partículas que las constituyen proceden de todas partes dirigiéndose hacia un mismo punto, el centro, la masa resultante debe ser necesariamente regular, pues si se añade una misma cantidad por todo el entorno, la superficie del cuerpo exterior obtenido forzosamente equidistará del centro. Tal figura es la esfera. Por otro lado, nuestra argumentación no se vería afectada en lo más mínimo si las partes de la tierra no se precipitaran uniformemente sobre el centro. En efecto, entre dos masas la mayor siempre empujará y llevará por delante a la otra, siempre que la inclinación natural de ambas sea dirigirse hacia el centro, y la impulsión del cuerpo más pesado persistirá hasta que ambos alcancen el centro [...].

Además, los sentidos nos ofrecen también otra prueba de tal comportamiento. Si la tierra no fuera esférica los eclipses de luna no presentarían las secciones que podemos observar...²⁷

²⁷T. Kuhn, *op. cit.*, p. 124.

Es importante notar en este pasaje lo secundario de los argumentos propiamente astronómicos para derivar la esfericidad, la inmovilidad y la posición central de la Tierra. Son deducidas, más bien, de los acontecimientos y del movimiento que tienen lugar en la superficie terrestre.

Es notable todo lo que Aristóteles deduce del movimiento. En el caso del movimiento de la flecha, deduce que el vacío no es posible, ya que -según él-, si el aire es necesario para el movimiento violento y éste existe en toda la región sublunar, entonces toda esta región debe estar llena de aire y, por lo tanto, es imposible el vacío. Aquí, como dice Bernal, parafraseando a Aristóteles, el sigilismo es completo, pero como la premisa principal es falsa, el argumento entero se derrumba²⁸.

En lo que respecta al vacío, Aristóteles se lanza con toda su capacidad a refutarlo, dado que este concepto está en la base del pensamiento atomista, con sus consecuencias respecto al azar y la creación del mundo y todas las substancias. Para Aristóteles el vacío es imposible y dedica parte importante de su obra a demostrar su inexistencia. Empieza por preguntarse: ¿qué es el vacío? Si el vacío es el lugar en que no hay nada, entonces, un punto, ¿se rá vacío? Parece absurdo decir que sí. Procede entonces a definirlo: "Conviene que él (vacío) sea el lugar en que no hay (igual a podía haber, pero no hay) cuerpo tangible". En forma equivalente podría decirse del vacío que es el sitio capaz de recibir algún cuerpo, pero que carece de todo cuerpo. O bien, definirlo como "el lugar que carece de todo cuerpo"²⁹. Para Aristóteles lugar y vacío son lo mismo, y se diferencian sólo por su relación con los cuerpos. Una vez dada la definición se pregunta: ¿se da el vacío?; a lo cual responde que muchos creen que sí, pues se da el movimiento. Pero según Aristóteles el vacío no es necesario a todo movimiento, ya que un todo, lleno, puede moverse (pasando de frío a caliente)³⁰. Aristóteles prueba que el va

²⁸ J. D. Bernal, *La ciencia en la historia*, op. cit., p. 219.

²⁹ Aristóteles, *Física*, Libro IV, cap. 9.

³⁰ *Ibid.*

cío no puede darse, ni fuera de los cuerpos ni en los cuerpos. Afirma que el argumento de que debe existir el vacío para explicar cabalmente el movimiento no prueba su existencia. Porque, más bien, el vacío implica la quietud y no el movimiento, pues en el vacío -para Aristóteles- no se entendería porqué va en una dirección determinada y no en otra. Tampoco se da dentro de los cuerpos, aunque pareciera que sí, pues de lo contrario no se entendería la condensación y el enrarecimiento de los cuerpos. Señala el filósofo que estas razones no convencen, pues si bien es cierto que de no darse el vacío, al moverse un cuerpo debe moverse otro para dejarle sitio, y así sucesivamente, moviendo todo el universo. Sin embargo, Aristóteles señala que una serie circular de movimientos de algunos cuerpos salvan la dificultad: A se mueve empujando a B, B a C, C a D, y D, finalmente, ocupa el sitio de A, etc.³¹.

Aristóteles utiliza otro argumento en contra del vacío: dado que el aire se opone al movimiento, si se pudiera retirar el aire, entonces un cuerpo siempre permanecería en reposo (recuérdese como explica Aristóteles el movimiento de la flecha), ya que no podría ir a parte alguna, o bien, si se estuviera moviendo lo haría perpetuamente siempre a la misma velocidad. Pero Aristóteles señala que como todo eso es absurdo, no es posible que exista el vacío³².

Es notable como, casi palabra por palabra, Aristóteles establece el *principio de inercia* de Galileo, pero su rechazo del vacío le impide llegar a un concepto que está casi a su alcance. El sentido común de Aristóteles es la base de toda la refutación que hace de la existencia del vacío. La doctrina de que "la naturaleza aborrece el vacío" tiene su origen en la experiencia cotidiana de succionar líquidos. Bajo esta premisa los griegos explicaban toda una serie de fenómenos naturales. El agua no sale de una botella abierta por un pequeño orificio a menos que se practique en la misma un segundo agujero por el que pueda

³¹Cf. *Ibid.*

³²Cf. J. D. Bernal, *La ciencia en la historia, op. cit.*, p. 219.

entrar el aire, ya que el agua, al salir, dejaría un vacío tras de sí. Los sifones, los relojes y las bombas de agua quedaban completamente explicados partiendo de tal principio físico. Pensadores de la antigüedad utilizaron el *horror vacui* para explicar el fenómeno de la adherencia y montar experimentos encaminados a diseñar motores de aire caliente y de vapor. Resultaba imposible impugnar las bases experimentales del principio. No existía ninguna posibilidad, y sólo hasta el siglo XVII con la industria minera se echó abajo tal principio al ver la imposibilidad de la naturaleza de elevar el agua más allá de 10 metros. Pero durante la antigüedad, rechazar el *horror vacui* equivalía necesariamente a destruir una explicación científica perfectamente satisfactoria de un considerable número de fenómenos terrestres. Sin embargo, para Aristóteles, y posteriormente para sus seguidores, el *horror vacui* era mucho más que un satisfactorio principio experimental, el vacío no solamente *de hecho* no existía, sino que *en principio* no puede haberlo en el universo. Para el mismo Aristóteles el concepto de vacío era contradictorio. A primera vista el espacio sólo puede definirse como el volumen ocupado por un cuerpo. En ausencia de cuerpo material nada hay que nos permita definir el espacio. Este y la materia son inseparables; en palabras del propio Aristóteles: "no existe nada parecido a una entidad dimensional fuera de la de las sustancias materiales"³³.

De esta manera, la idea de un universo lleno, pleno, estaba en la base de la cosmología y la astronomía antiguas, gracias a que no era posible refutar la experiencia observada, dadas las posibilidades técnicas de la época; y a eso hemos de agregar la autoridad y coherencia de la lógica aristotélica. Dice Aristóteles en su tratado *Del cielo*:

[...] así pues, queda claro que fuera del cielo no existe ni puede existir la masa de ningún cuerpo. La totalidad del mundo está integrada por toda la materia disponible [...]. Por tanto, ni existen ahora varios cielos, ni existieron antes, ni pueden existir;

³³ *Ibid.*, p. 129.

antes bien, este cielo es único y perfecto. Además, es evidente que fuera del cielo no hay ni lugar, ni vacío [...], pues en todo lugar existe la posibilidad de que haya un cuerpo y, por otra parte, el vacío se define como aquello que, aunque ahora no lo contenga, puede albergar un cuerpo [...].³⁴

Respecto a la concepción aristotélica de que existen cuatro elementos constituyentes de la materia, está respondiendo al postulado de sentido común que caracteriza a su obra y hace una adecuación de la experiencia sensible de acuerdo a su concepción general de la realidad.

Desde la más remota antigüedad se establece una clara distinción entre la aparentemente inmutable región de los cielos y la evidentemente cambiante región terrestre. Los cielos, se piensa, son la morada de lo eterno, de lo incorruptible; la Tierra es la residencia del cambio, de la inseguridad. De esta manera, el lugar natural en donde deben habitar los dioses será la región celeste. En la obra aristotélica aparece explícita y perfectamente articulada esta antigua y profundamente arraigada concepción del universo. Según Aristóteles, el universo se divide en dos regiones perfectamente definidas: una, la terrestre, el mundo sublunar, debajo precisamente de la superficie interior de la esfera de la Luna; la otra, la celestial, por arriba de esta misma superficie. Cada una de estas regiones está constituida por materia diferente y sujeta a leyes diferentes. La terrestre será el asiento del cambio y de la variedad, del nacimiento y de la muerte, de la generación y la corrupción, y está constituida por tierra, agua, aire y fuego. La celeste, es la morada de lo eterno, de lo perfecto, y está formada por una materia pura y eterna, el éter. En toda religión primitiva y en la descripción aristotélica del universo, del cielo dependerán toda la vida y los acontecimientos terrestres. Cualquier alteración de los cielos, como los eclipses y los cometas, era considerada como una señal que anunciaba la fatalidad sobre la región terrestre. En el siguiente párrafo, extraído del

³⁴ Aristóteles, *Del cielo*.

tratado aristotélico *Del cielo*, se hace referencia a la inmutabilidad y eternidad de las regiones celestes:

De todo cuanto se ha dicho, se desprende claramente que [...] el cuerpo primario [es decir, la materia celeste] es eterno; ni crece ni mengua, manteniéndose eternamente joven, inalterable e insensible. Parece como si la razón testimoniara en favor de la opinión común y que ésta lo haga en favor de la razón. En efecto, todo hombre tiene una cierta idea de los dioses, a los que siempre se les asigna el lugar más elevado; esta opinión la sustentan tanto bárbaros como helenos, de hecho todo aquel que cree en la existencia de los dioses, partiendo del obvio supuesto que lo inmortal está estrechamente vinculado con lo mortal. Así pues, si existe un ser divino, ciertamente existe uno, cuanto acabamos de afirmar sobre la primera de las substancias corporales [a saber, que es indestructible, inalterable, etc.] es completamente correcto.

Por otro lado, la evidencia sensible conduce a idéntica conclusión, y lo hace de forma suficientemente rigurosa si tenemos en cuenta que se trata de un aserto fundamentado sobre un testimonio humano. Si concedemos crédito a cuanto se ha transmitido de generación en generación, en ningún momento del tiempo pasado ha podido observarse cambio alguno en el cielo más exterior, ya sea en su totalidad, ya sea en cualquiera de las partes que le son propias.

El propio nombre parece haberse transmitido sin cambio desde la época de nuestros antepasados hasta llegar al presente [...]. Suponiendo que el cuerpo primario es algo distinto de la tierra, del fuego, del aire y del agua, asignaron el nombre de éter a la región más elevada, denominación deducida de su incesante carrera durante toda la eternidad.³⁵

De esta manera, Aristóteles, en la gran síntesis que

³⁵ *Ibid.*

realiza, construye una cosmología perfectamente articulada entre sí y con el resto de su obra. De esa distinción entre las dos regiones del universo, y que deriva en la creencia de que el cielo determina los acontecimientos terrestres resurgirá la astrología, que durante la Edad Media cobrará tanta importancia.

Esta cosmología y los aspectos generales de la obra aristotélica, serán tomados por la iglesia cristiana para formar su sustento ideológico, a través de la adecuación que hacen los escolásticos de dicha obra. En particular, la cosmología de los caparazones concéntricos derivó en la teología cristiana y cada elemento de su estructura pasó a tener un significado religioso. Así, el infierno ocupaba el centro geométrico del universo, el trono de Dios estaba situado más allá de la esfera estelar, cada esfera planetaria y cada epiciclo eran impulsados por un ángel. El sentido teleológico de la obra aristotélica era particularmente idóneo de adaptar a los conceptos de revelación, fe y resignación que son fundamentales en el dogma cristiano.

El proceso de adecuación y remodelación de la obra de Aristóteles hecho por los escolásticos medievales, representa un excelente ejemplo de la interrelación de la ciencia y la ideología, en el cual podemos ver perfectamente cómo los conceptos fundamentales del pensamiento aristotélico son utilizados por los escolásticos cristianos, dada su idoneidad para con los intereses de la iglesia cristiana. Es obvia la gran importancia que tuvo este proceso en la cultura occidental; no obstante, sólo haremos un breve resumen de él, dado el poco espacio de que disponemos para tratarlo aquí³⁶.

La ciencia y la filosofía griegas, modelos de pensamiento abstracto y racional, tras de los cuales está, como ya vimos, la necesidad concreta de establecer una ex--

³⁶ Para un estudio más detallado de este tema se pueden consultar, entre otros, los siguientes textos: T. Kuhn, *op. cit.*; A. Koyré, *Estudios de historia del pensamiento científico*, Siglo XXI Editores, 4a. ed., México (1982); A. Koyré, *Estudios Galileanos*, Siglo XXI Editores, 2a. ed., México (1981).

plicación racional acerca de esa realidad que nos rodea, corresponden a una etapa específica de la historia humana en la que intervienen, interrelacionándose de manera muy compleja, factores sociales y económicos, así como los propiamente científicos y filosóficos. Esta ciencia y esta filosofía chocaban con la teología cristiana, que también resultaba de factores históricos específicos que se dieron después de la decadencia griega y comenzaron a surtir durante la formación de los grandes imperios. Chocaban por que, entre otras cosas, exigían del hombre no la curiosidad sin límite de la ciencia griega, sino, por el contrario, la fe ciega que espera que el conocimiento le sea revelado por la divinidad. Al principio de la cultura cristiana el saber griego, y en particular el aristotélico, es tuvo prohibido. Así lo demuestra el siguiente texto de la obra de uno de los primeros padres de la iglesia cristiana, san Agustín:

Así pues, cuando el problema que se nos plantea es saber qué creemos en materia de religión, no es necesario sondear la naturaleza de las cosas tal como han hecho aquellos a los que los griegos denominaron *physici*; ni debemos alarmarnos por más tiempo de que los cristianos ignoren la fuerza, el número de los elementos, el movimiento, el orden y los eclipses de los cuerpos celestes, las especies y naturalezas de animales, plantas, piedras, fuentes, ríos y montañas, la cronología y las distancias, los signos que anuncian la proximidad de las tormentas u otras mil cosas que tales filósofos han descubierto o creen haber descubierto [...]. Al cristiano le basta con creer que la única causa de todas las cosas creadas, celestes o terrestres, visibles o invisibles, es la bondad del Creador, el único Dios verdadero, y que nada existe, salvo El mismo, cuya existencia no tenga su origen en El.³⁷

Hubo algunos intentos por construir cosmologías acordes con los dogmas cristianos, pero en general jamás fue-

³⁷ San Agustín, *Enquiridión*, 9 (3), Migne, P. L. XI, 235-236. Cita-do en T. Kuhn, *op. cit.*, p. 151.

ron aceptados³⁸. Y no fue sino hasta el siglo XIII*en que santo Tomás de Aquino (1225-1274) contribuyó a elaborar una estructura física y cosmológica del universo que se adaptara a los dogmas cristianos. Y la cosmología que sirvió para tal efecto fue la aristotélica. Aquí cabe citar a Chesterton:

Santo Tomás no reconcilió a Cristo con Aristóteles; reconcilió a Aristóteles con Cristo.³⁹

Las principales dificultades que presentaba la obra del filósofo griego a los eruditos cristianos eran la finitud del universo y que éste no había sido creado, sino que siempre ha existido. La idea de un universo finito era incompatible con la omnipotencia del Dios cristiano; y la de un universo eterno chocaba con el relato bíblico de la Creación. A continuación reproducimos algunos textos que nos hablan de esta reconciliación de Aristóteles con Cristo:

No parece demasiado adecuado a la naturaleza de Cristo afirmar que ascendió a los cielos, pues el filósofo [Aristóteles] dice (*Del Cielo*, libro II) que *las cosas que están en un estado de perfección poseen su bien sin movimiento*. Pero Cristo estaba en un estado de perfección [...]. Por consiguiente, tenía su bien sin movimiento. Pero la ascensión es movimiento, de donde se desprende cuán impropio era para Cristo ascender [...].

Además, tal como se demuestra en el libro I *Del Cielo*, no hay lugar alguno por encima del cielo. Pero

³⁸Cf. *Ibid.* p.152.

*Aquí estamos dando un salto de varios siglos (san Agustín vivió en el siglo IV), pues no mencionamos, entre otras cosas, la importancia de la obra musulmana en la remodelación y recuperación de la obra aristotélica.

³⁹*Santo Tomás de Aquino*, Espasa Calpe, Buenos Aires, p.52.

todo cuerpo debe ocupar un lugar. Por consiguiente, el cuerpo de Cristo no ascendió por encima de todos los cielos [...].

Además, dos cuerpos no pueden ocupar un mismo lugar. Puesto que no hay forma de pasar de un lugar a otro si no es a través del espacio intermedio, no parece posible que Cristo se haya elevado más allá de todos los cielos a menos que [las esferas de cristal de] ellos se hayan dividido, lo cual es imposible.⁴⁰

Siguiendo con este breve comentario sobre la remodelación y adecuación de la obra aristotélica hechas por los escolásticos medievales, mencionemos la obra de Dante, la *Divina Comedia*, en la cual, como ha dicho uno de sus críticos, "el más importante y amplio de sus temas, el del pecado y la salvación humanas, está perfectamente amoldado al gran plan del universo"⁴¹. Y este plan descansa precisamente en la obra aristotélica remodelada. Por ejemplo, el concepto del "motor inmóvil", que es el que materialmente "echa a andar" el sistema aristotélico, es conservado y utilizado por la iglesia cristiana. Los dos textos que a continuación presentamos nos dan fe de ello. El primero es sacado de la *Metafísica* de Aristóteles y el segundo de la *Divina Comedia*. No es difícil percatarnos de que son prácticamente equivalentes:

...Hay algo que se mueve con movimiento continuo, el cual es el movimiento circular. No sólo lo prueba el razonamiento, sino el hecho mismo. De aquí se sigue que el primer cielo debe de ser eterno. Hay también algo que mueve eternamente, y como hay tres clases de seres, lo que es movido, lo que mueve, y el término medio entre lo que es movido y mueve, es un ser que mueve sin ser movido, ser eterno, esencia pura y actualidad pura...

⁴⁰ Santo Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, 3.57, 1-4.

⁴¹ Charles H. Grandgent, *Discourses on Dante*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. (1924) p. 93.

...La verdadera causa final radica en los seres inmóviles...

...El ser inmóvil mueve como objeto del amor, y lo que él mueve imprime movimiento a todo lo demás...

...Pero desde el momento en que hay un ser que mueve, permaneciendo él inmóvil, aún cuando exista el acto, este ser no es susceptible de ningún cambio...*El ser que imprime este movimiento es el motor inmóvil.* El motor inmóvil es, pues, un ser necesario; y en tanto que necesario, es el bien, y por consiguiente un principio.⁴²

El texto del Dante es este otro:

La naturaleza del movimiento que en el centro permanece estable, y hace girar en derredor todo lo demás empieza aquí, como en su primer móvil. No tiene este cielo más principio que la divina mente, de la cual proceden así el amor que le da impulso, como la influencia que comunica su virtud. La luz y el amor le rodean de un círculo, como él rodea a los restantes cielos, círculo que rige solamente. Aquel en quien está comprendido. *No deriva su movimiento de ningún otro, sino que todos derivan de él...*⁴³

Para finalizar con esta serie de ejemplos que nos ilustran respecto a la adopción y adecuación de la cosmología aristotélica por parte de la iglesia transcribiremos algunos pasajes de la *Divina Comedia*:

EL PARAISO

Canto Segundo

Llega Dante al cielo de la Luna, en que Beatriz, reprobando la opinión que tiene él formada respecto a las manchas que aparecen en aquella, le manifiesta la ver

⁴² Aristóteles, *Metafísica*, op. cit., p. 208. (El subrayado es nuestro).

⁴³ D. Alighieri, *La Divina Comedia*, Edit. Cumbre, S.A., México (1977) p. 472 (El subrayado es nuestro).

dadera causa, y le describe el orden de todas las esferas celestiales.

Canto Quinto

Respondiendo Beatriz a las preguntas que le hace Dante, discurre sobre la naturaleza del voto, de qué manera se liga por él el que lo forma y cómo puede cambiarse. Volviéndose hacia la parte más luminosa del cielo, *se remonta con su alumno a la esfera superior de Mercurio*, donde alrededor del Poeta se agolpan multitud de espíritus bienaventurados, y uno de ellos se ofrece a satisfacerle en cuanto desee saber. Pregúnta le quién es, y con el placer de responderle cobra el Espíritu tan viva luz, que no puede la vista contemplarle.

Canto Octavo

Asciende el Poeta a la estrella de Venus, que es la del tercer cielo, y ve la gloria de aquellos que se sintieron inclinados a las pasiones amorosas. Aparece le Carlos Martel, que hablando de la ruin índole de su hermano Roberto, tan opuesta a la de su padre, explica, a ruegos del Poeta, en qué consisten que degeneren los hijos de la virtud de los padres, y cuán próspera sea en sus disposiciones la naturaleza, como asimismo cuán mal hacen los hombres en no seguir sus indicaciones.

Canto Décimo

Después de ensalzar el maravilloso arte y providencia de Dios en la creación del Universo, refiere el Poeta cómo *se halló de improviso en la esfera del Sol*, donde residen las almas de los doctores en la ciencia de la divinidad. Doce espíritus más brillantes que el planeta le rodean con su esplendor, y uno de ellos, que declara ser Santo Tomás de Aquino, le revela los nombres de sus compañeros.

Canto Décimocuarto

Dirige Beatriz la palabra a los bienaventurados espíritus, en medio de los cuales se halla con Dante, y

los ruega que revelen a éste otra verdad que necesita saber. Así lo hacen, y a poco llegan otros tan resplandecientes, que no puede el Poeta resistir la fuerza de su luz; pero cobra ánimo con la divina sonrisa de Beatriz, y de repente se ve *trasladado a la esfera de Marte*. Por medio de dos fajas luminosas que se extienden en forma de cruz, atraviesan el cuerpo del planeta al compás de sublimes cantos las almas de los que derramaron su sangre por la fe o combatieron por la gloria de Cristo y de su Iglesia.

Canto Décimoctavo

Manifiéstanse al Poeta otros espíritus gloriosos que combatieron por la santa causa. *Sube luego al planeta de Júpiter* donde gozan de la bienaventuranza los que amaron la justicia, y con ella gobernaron a los pueblos. Con las brillantes luces de muchos espíritus se forman letras, y después palabras, y finalmente un águila coronada que simboliza la justicia del Imperio.

Canto Vigésimoprimeró

Sube Dante a la esfera de Saturno, donde ni Beatriz le muestra ya su sonrisa, ni los bienaventurados hacen oír sus cánticos, goces superiores a los que un mortal puede resistir. Aparece una altísima escala, símbolo de la contemplación celeste, por la cual suben y bajan gran número de espíritus lucientes. Uno de ellos, que se había acercado mucho al Poeta, le habla del profundo dogma de la predestinación, y declarando ser San Pedro Damiano, toma de aquí ocasión para censurar la corrupción de los religiosos, y el excesivo lujo de los prelados, tan contrario al ejemplo de los Apóstoles.

Canto Vigésimosegundo

Manifiéstase al Poeta el espíritu de San Benito, que se lamenta también gravemente de la depravación de sus religiosos. De aquí *sube a la esfera de las estrellas*, y es recibido en el signo de Géminis, desde donde se vuelve a contemplar los planetas inferiores

y nuestro miserable globo.⁴⁴

A través de los textos que hemos transcrito podemos darnos cuenta de la remodelación y adecuación que la iglesia cristiana hizo del pensamiento aristotélico. Tenemos así nuestro segundo ejemplo de la interrelación de la ciencia y la ideología. Hasta ahora hemos visto que no se puede hablar de un conocimiento científico exento de elementos ideológicos, dado que es simplemente imposible.

No obstante lo anterior un positivista nos diría que tal afirmación es falsa y que el hombre por fin ha ascendido al estadio positivo, al estadio científico en el que toda disputa de carácter metafísico o ideológico carece de sentido. En nuestro siguiente ejemplo, que es el de la existencia de elementos ideológicos en la mecánica cuántica, veremos que están presentes los vínculos científico-ideológicos en la ciencia contemporánea. Estos vínculos aparecen tanto a un nivel profundo como a un nivel más superficial. En este capítulo vimos cómo Aristóteles emplea el discurso científico para justificar el sistema social esclavista⁴⁵; en la mecánica cuántica hay interpretaciones hechas muy al margen del formalismo que son elevadas al rango de "principios fundamentales de la naturaleza" y que son utilizadas y extendidas -de la misma manera que Aristóteles lo hace- al ámbito de la sociedad.

⁴⁴ *Ibid.* (El subrayado es nuestro).

⁴⁵ Ver p.100 de este trabajo.

5. INTERRELACION DE LA CIENCIA Y LA IDEOLOGIA EN LA FISICA CONTEMPORANEA. LA MECANICA CUANTICA

En la mecánica cuántica existe una serie de problemas cuya interpretación física presenta dificultades. Las diversas interpretaciones que existen constituyen una amplia gama; sin embargo, en términos generales, y en la situación actual de la teoría cuántica, podemos decir que hay dos corrientes principales de dichas interpretaciones. Por un lado, está la llamada interpretación ortodoxa o de Copenhague y, por el otro, la interpretación estadística o no ortodoxa, también llamada de Varsovia.

En este capítulo trataremos de exhibir a las posiciones ideológicas y filosóficas entremezcladas y reflejadas, de manera inevitable, en el conocimiento científico; particularmente en la física contemporánea dentro de la mecánica cuántica. Para entender cabalmente esta diferencia en las posiciones ideológicas y filosóficas, hemos de referir las a posiciones que se corresponden con los intereses de las clases sociales determinadas por las formas y relaciones de producción que aparecen con el nacimiento del sistema capitalista. Así entonces, el positivismo, que es una de las posiciones filosóficas que hallamos detrás de una de las interpretaciones de la mecánica cuántica, refleja una concepción del mundo que corresponde, en última instancia, a los intereses de una clase social.

Para hablar de lo anterior, de una manera muy general, tocaremos los aspectos fundamentales del positivismo de A. Comte y del neopositivismo del Círculo de Viena, vinculados directamente con el proceso de la Revolución Industrial.

Conviene recordar que no es nuestra intención *demonstrar* en forma *precisa* y *exhaustiva* cómo de dan las relaciones entre la ciencia y la ideología a través de (e inmersas en) los complicados fenómenos sociales y económicos de cada época. Esto podría ser material para trabajos futuros. Queremos, eso sí, hacer notar que en la ciencia contemporánea existen también elementos ideológicos coexistiendo, inevitablemente, con "lo estrictamente científico".

El hecho importante aquí es que se presenta una problemática en cuanto a la interpretación de la teoría, y esta problemática no puede ser resuelta dentro del propio ámbito científico. Para estar en posibilidades de hallar una solución, o por lo menos de entender el porqué de la diversidad en las interpretaciones de una teoría, es necesario salirse del terreno de la ciencia e incursionar en un terreno más amplio, dado que, por lo menos hasta el momento actual, la ciencia sola es incapaz de darnos la respuesta.

Ya mencionamos que existe una amplia variedad de interpretaciones del formalismo de la mecánica cuántica. De tras de algunas de estas interpretaciones la posición filosófica que encontramos es la del *positivismo*. Esta posición considera que la mecánica cuántica es el conocimiento más completo de la naturaleza que puede ser alcanzado. Discutiremos cómo esta posición es altamente insatisfactoria desde un punto de vista filosófico -adoptando, claro está, una posición filosófica antipositivista. Se verá, además, cómo al interpretar el formalismo cuántico desde una posición diferente de la ortodoxa desaparecen muchos de los aspectos paradójicos que resultan de esta última interpretación. Señalaremos, de paso, que estudios recientes muestran la existencia de caminos (uno de ellos es la electrodinámica estocástica)² que sugieren fuertemente que la mecánica cuántica en su estado actual dista mucho de ser una teoría completa.

Persistencia de la metafísica

Anteriormente en este trabajo consideramos el papel de la ideología y la filosofía en el conocimiento antiguo. Vimos cómo las primeras van -por decirlo de alguna manera- explorando terrenos que después son considerados por el segundo; esto es, vimos el papel fundamental que ha teni-

¹Cf. M. Bunge, "A Survey of the Interpretations of Quantum Mechanics", *Am. J. Phys.*, 24 (1956) 272.

²Cf. L. de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, CEC SA, México (1979) p. 675.

do el pensamiento metafísico* en el conocimiento humano como un transgresor del que mucho se aprende.

Contraria a esto último está la opinión positivista que nos dice que en la antigüedad podía haber confusiones y diversas interpretaciones en el conocimiento que daban lugar a las controversias, porque era un falso conocimiento que estaba lleno de enunciados sin sentido. Esto -nos diría un positivista- ya no ocurre con el auténtico conocimiento que es el de la ciencia, mucho menos en una ciencia tan desarrollada como la física. Aquello ocurría -continuaría diciéndonos el positivista- porque el hombre no había llegado al *estado positivo*, último estado en el desarrollo del conocimiento humano, y que una vez llegado a él, después de superar los *estados teológico y metafísico*, sería posible evitar la consideración de falsas proposiciones y falso conocimiento. En general, el positivismo nos dice que tal estado aparece con el advenimiento del *método científico* y el inicio del desarrollo de la física al final de la Edad Media³. Antes de esto la ciencia no existía. Un ejemplo de esta corriente del pensamiento la tenemos en las palabras de David Hume (1711-1776):

Cuando persuadidos de estos principios recorremos las bibliotecas, ¡qué estragos deberíamos hacer! Tomemos en nuestra mano, por ejemplo, un volumen cualquiera de teología o de metafísica escolástica y preguntémosnos: *¿Contiene algún razonamiento abstracto acerca de la cantidad y el número? ¿No? ¿Contiene algún razonamiento experimental acerca de los hechos y cosas existentes? ¿Tampoco?* Pues entonces arrojémoslo a la ho-

*El término "metafísica" puede ser utilizado con distintas significaciones. La acepción tradicional es la de la parte de la filosofía que se encarga del estudio de las primeras causas del ser; el significado que aquí utilizaremos es el que le atribuyen los positivistas. O sea, al hablar de metafísica nos estaremos refiriendo a todo aquello que no pueda ser registrado empíricamente o a través del análisis lógico.

³ Cf. A. Comte, *La filosofía positiva*, Estudio introductorio y análisis por F. Larroyo, Edit. Porrúa S.A., México (1979) p. 36.

guera, porque no puede contener otra cosa que sofismas y engaño.⁴

La cita anterior constituye un buen ejemplo de la postura fundamental del positivismo. Postura antimetafísica que prevalece en la corriente neopositivista, que tiene su más clara representación en los trabajos del Círculo de Viena*. Y es esta posición filosófica del neopositivismo la que es adoptada por miembros relevantes de la ortodoxia cuántica, como Bohr, Heisenberg y Dirac. Recíprocamente, la filosofía neopositivista tomó los éxitos que hubo en los inicios de la mecánica cuántica (en donde prevalecía la posición ortodoxa) como una confirmación y reforzamiento de su propia posición filosófica. De esta manera, y resumiendo lo que hemos dicho anteriormente, el positivismo considera a la mecánica cuántica como una teoría completa y sobre la cual no debe existir la menor controversia, pues la física tiene varios siglos de haber arribado al estado positivo y es absurdo enfrascarse en pseudoproblemas carentes de sentido. Sin embargo, existen serios problemas en esta interpretación y toda una tradición de la ciencia que nos habla de postulados fundamentales heredados de la física clásica que chocan con la posición positivista, a saber: el de realidad física (objetiva e independiente del observador), el de causalidad y el de cog

⁴D. Hume, *Enquiry Concerning Human Understanding*. Citado en: A. J. Ayer (comp.), *El positivismo lógico*, Fondo de Cultura E., México (1965) p. 15.

*El Círculo de Viena surgió a principios de la década de 1920 a 1930, cuando Moritz Schlick, en torno del cual se agrupó, llegó de Kiel para ocupar la cátedra de filosofía en la Universidad de Viena. En el aspecto filosófico sus principales miembros -además del mismo Schlick- fueron Rudolf Carnap, Otto Neurath, Herbert Feigl, Fridrich Waismann, Edgar Zilsel y Victor Kraft; en el aspecto científico y matemático, Philipp Frank, Karl Menger, Kurt Gödel y Hans Hahn. Al principio, constituía más bien un centro de reunión que un movimiento organizado.

noscibilidad (en principio ilimitada) del mundo físico⁵. Además existen, como ya lo hemos mencionado, estudios recientes que muestran que partiendo de una posición filosófica diferente desaparecen los aspectos paradójicos de la mecánica cuántica, surgiendo teorías consecuentes con los postulados ya señalados⁶.

Es obvio entonces que, por todo lo que hemos mencionado, la afirmación positivista declarando cerrado el desarrollo del conocimiento humano se viene por tierra. Es obvio también que el hallazgo de estos caminos que abren el desarrollo del conocimiento, no sólo científico sino en general, corresponde al terreno filosófico e ideológico; pertenecen al terreno que tanto repudian los positivistas: el metafísico. Terreno en el que tantos abusos se cometen, pero del que irremediablemente aprendemos y que, por de pronto, nos libera del estancamiento al que intenta someternos el positivismo.

Pasemos ahora a discutir, en primer lugar, algunos problemas de la mecánica cuántica, y ver cómo surgen diversas interpretaciones de un mismo formalismo matemático, para exhibir posteriormente cómo tales interpretaciones tienen un soporte ideológico.

Mecánica cuántica

Tal y como hemos visto hay una tradición en la física que proviene desde los antiguos filósofos materialistas griegos, que consiste en aceptar que los objetos materiales existen independientemente del hombre y de si se les observa o de cómo se les observa. Esta tradición acepta la existencia de una realidad externa al ser humano y que es cognoscible, y parte del principio de la existencia de una realidad totalmente objetiva. Esta tradición se continúa y se reforzada con el advenimiento de la física

⁵Cf. L. de la Peña y A. M. Cetto, *Rev. Mex. de Física, Suplemento de Enseñanza*, 22 (1973) E45.

⁶Cf. L. de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, CEC SA, México (1979) p. 675.

newtoniana, y de hecho esta posición es la que, consciente o inconscientemente, adopta el físico al investigar la naturaleza.

A finales del siglo pasado y principios de éste, al encontrarse fenómenos que no podían ser explicados por la física de entonces, comienza el desarrollo de la mecánica cuántica, y con ello esta tradición -que podemos llamar materialista- empieza a perder su carácter dominante. De esta manera, el mundo objetivo del físico fue desvaneciéndose hasta convertirse en una abstracción. W. Pauli expresó esta situación así:

...el concepto de objeto material, de constitución y naturaleza independientes del observador, es ajeno a la física moderna, la que, forzada por los hechos, ha debido renunciar a esta abstracción.⁷

También en Heisenberg se hace patente el abandono de la tradición materialista cuando señala que:

Una partícula elemental no es una formación material en el espacio y el tiempo, sino, en cierto modo, un símbolo, adoptado el cual, las leyes de la naturaleza adquieren una forma particularmente simple.⁸

Como ya hemos mencionado, existe una gran variedad de interpretaciones del formalismo cuántico. Todos los físicos aceptan este formalismo; en lo que hay desacuerdo es en el significado físico que se le atribuye y en la concepción filosófica que está detrás de su interpretación. Estas dos últimas cuestiones no pueden ser resueltas aún por la propia ciencia; corresponden al terreno filosófico e ideológico. Consideraremos aquí lo que, en términos generales, son las dos posiciones más importantes y que a la vez se contraponen: la ortodoxa y la estadística. Esto, con

⁷W. Pauli, *Physics and Knowledge*, Braunschweig (1960). Citado en: L. de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, CEC SA, México, (1979) p. 676.

⁸W. Heisenberg, *The Physicist's Conception of Nature*, Hutchinson (1958).

la finalidad de mostrar que -contrario a la opinión positivista- el conocimiento del mundo subatómico apenas comienza y está muy lejos de ser completa la descripción que de él nos brinda la mecánica cuántica actual. Como se mencionó en la sección anterior, para lograr esto hay que trasladarse al ámbito filosófico e ideológico, abriendo en particular, las puertas del pensamiento metafísico. La confrontación de las posiciones ortodoxa y estadística aparece en una serie de problemas característicos de la mecánica cuántica.

Las relaciones de incertidumbre de Heisenberg. -Este punto constituye una de las mayores controversias en la interpretación de la mecánica cuántica. Hablan de la relación existente entre cualquier par de variables canónicas p y q :

$$\Delta p \Delta q \geq \hbar,$$

en donde \hbar es la constante de Plank dividida entre 2π . Estas relaciones fueron obtenidas por Heisenberg en 1927 como una consecuencia directa del formalismo cuántico; sin embargo, este formalismo nada nos dice respecto a lo que debemos entender como las dispersiones Δp o Δq , ni acerca del sentido de dicha relación.

Las interpretaciones de estas relaciones son muy diversas⁹. Aquí sólo mencionaremos las dos más usuales y que al mismo tiempo se contraponen.

La interpretación ortodoxa considera que no son *incertidumbres* teóricas que puedan ser remontadas por una teoría más profunda, tampoco considera indeterminaciones objetivas, inherentes a la naturaleza de las cosas. Las incertidumbres son indeterminaciones empíricas, son características irreducibles e incontrolables de los resultados de la observación. (Recuérdese que el positivista sólo considera como conocimiento cierto y válido aquel que es obtenido por medio de las impresiones sensoriales o por un proceso lógico). Así que, según la interpretación positivista, son indeterminaciones que tienen su origen en la im

⁹M. Bunge, *op. cit.*, p. 280.

posibilidad de dibujar una línea de separación entre sujeto y objeto. Y ya vimos que para el positivista el problema relativo a la existencia de una realidad objetiva, independiente de nuestras sensaciones simplemente carece de sentido. Por lo tanto, las relaciones de incertidumbre de Heisenberg constituyen, para los positivistas, límites insuperables del conocimiento. Las incertidumbres tienen un estatus totalmente empírico: no se refieren a una escasez superable de información ni una indeterminación o bruma objetiva relativa al comportamiento de la materia. Esta interpretación no sostiene un determinismo ni un indeterminismo del tipo ontológico*.

Ahora bien, dado que para el positivista es fundamental preservar la congruencia lógica entre el formalismo y la interpretación que de él se hace, se postulan conceptos que tratan de dar solidez a esta interpretación; en este caso que estén acordes con la observación, que es el otro elemento importante para el positivista. Así, si la interpretación que hace el positivista de las observaciones de los sistemas atómicos es la de que aparecen comportamientos a veces de partículas y a veces de ondas, habrá que darle un soporte filosófico a dicha interpretación. Esto es hecho al enunciar el *principio de complementariedad*, intentando su extensión como un principio general de la naturaleza. En términos generales este principio consiste en que si consideramos sólo un aspecto (por ejemplo el de partícula), no tendremos la descripción "completa" del fenómeno; solamente considerando ambos aspectos (mutuamente excluyentes) tendremos dicha descripción. El planteamiento de la existencia de dos aspectos opuestos, contradictorios, pero al mismo tiempo necesarios fue elevado al rango de principio por Bohr (1928). En palabras de Rosenfeld

*Parece ser que Bohr sostuvo esta posición a partir de 1936, cuando la interpretación usual de la mecánica cuántica fue reconocida como pieza de la filosofía lógico-empirista. Hasta antes de esta fecha Bohr había sostenido el indeterminismo, asegurando que la naturaleza hacía una libre selección dentro de varias posibilidades (*Ibid.*, p.281).

La complementariedad denota la relación lógica...entre conceptos que son mutuamente exclusivos y que entonces no pueden considerarse al mismo tiempo porque esto llevaría a errores lógicos pero que tienen que ser usados para dar una descripción completa de la situación.¹⁰

Este principio de complementariedad es una manera de darle forma filosófica a las relaciones de incertidumbre; todo, claro está, dentro de la interpretación ortodoxa. Esta interpretación es usualmente hecha plausible derivando las relaciones de Heisenberg con la ayuda de experimentos ideales (*Gedankenexperimente*), tales como la localización de electrones por medio del microscopio de rayos gamma de Heisenberg. En los experimentos ideales aparece como obvio que la incertidumbre siempre concierne a resultados de la observación. El experimento ideal del microscopio de Heisenberg puede ser descrito como sigue¹¹.

Digamos que queremos medir la posición de un electrón. Para esto se le lanza un fotón, que es el mínimo absoluto para que la observación sea posible. La longitud de onda del fotón es λ y el ángulo de apertura del lente objetivo con el que realizamos la observación es ϕ . La óptica física dice que la imprecisión en la posición del electrón que dispersó al fotón es

$$\Delta x = \frac{\lambda}{\text{sen} \phi} .$$

A su vez el fotón, por efecto Compton, le comunica al electrón un ímpetu; como solamente se sabe que el fotón dispersado cae dentro del cono con apertura angular ϕ , hay una imprecisión de

$$\Delta p_x = \frac{h}{\lambda} \text{sen} \phi$$

en la componente x del ímpetu. Como se puede ver, las dos

¹⁰ L. Rosenfeld, *Nature*, 190 (1961) 384. Citado en: T.A. Brody *et al.*, *Rev. Mex. de Fis.*, Sup. de enseñanza, 25 (1976) e31.

¹¹ Cf. *Ibid.*, p. e37.

imprecisiones satisfacen la relación de incertidumbre: cuando aumentamos λ para disminuir el error en el ímpetu, se hace más imprecisa la posición, y viceversa. Se han inventado otros experimentos pensados, dando todos la misma conclusión.

En este tipo de experimentos pensados se manifiesta muy claramente la posición idealista del positivismo, que supedita la realidad externa del físico a lo que se puede deducir de un determinado formalismo a través de una interpretación particular.

La interpretación llamada estadística considera, por el contrario, que las relaciones de Heisenberg se refieren a nuestro conocimiento imperfecto de las cosas, no a las cosas mismas, y que dicho conocimiento es susceptible de ser perfeccionado.

La interpretación estadística no considera sistemas aislados como un sólo electrón, sino conjuntos grandes de sistemas igualmente preparados; esto es lo que los físicos llaman un *ensemble* o *conjunto representativo* de sistemas. Esta interpretación fue propuesta por J.C. Slater en 1929 y ha sido apoyada por físicos como Einstein y Schrödinger¹².

Un *ensemble* o conjunto representativo de sistemas se trata de una colección hipotética infinitamente grande de réplicas del sistema físico, cada una de las cuales se encuentra en uno de los posibles estados dinámicos del sistema; de esta manera el estudio estadístico del *ensemble* nos permite obtener conclusiones sobre el comportamiento estadístico del sistema físico. Un *ensemble* sólo se puede realizar físicamente en forma aproximada, mediante la ejecución de un gran número de experimentos independientes; si este número es suficientemente grande, podemos esperar que los resultados estadísticos experimentales se acerquen mucho a las predicciones obtenidas con ayuda del *ensemble* teórico.

Si aceptamos entonces que el formalismo cuántico se aplica a un conjunto representativo de partículas, y no a una partícula aislada, se cumplen las relaciones de Hei-

¹²Cf. L. de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, op. cit., p. 677.

senberg, sólo que ahora tienen un significado diferente. Ahora el valor de Δq corresponde a la desviación normal sobre una serie de mediciones individuales, y el error en cada medición puede ser mucho menor. Lo mismo sería válido para Δp . En este caso la relación entre ambas cantidades es más bien una relación de dispersión, y no una relación de indeterminación. En lugar de hablar de un principio de incertidumbre, tal y como lo hace la interpretación ortodoxa, la interpretación estadística habla de un *principio de dispersión estadística*¹³. Por lo tanto, ya no es lícito hablar de limitaciones sobre nuestro conocimiento de la naturaleza.

Brody *et al.* mencionan lo siguiente:

Cabe notar que todo espectroscopista experimental "viola" la relación análoga que existe entre energías y tiempo cuando determina la forma de un perfil de raya en un espectro de emisión: para que esto sea posible, el error experimental con el cual mide la energía tiene que ser considerablemente menor que la anchura de la raya -y sin embargo es esta anchura la que viene limitada por la relación $\Delta E \Delta t \geq h$, en la cual ahora Δt debe interpretarse como la vida media del estado excitado que decae con la emisión de la raya en cuestión¹⁴.

También, considerando la interpretación estadística, se aclara la misteriosa declaración de Heisenberg, de que las relaciones valen para el futuro pero no para el pasado. Los datos obtenidos experimentalmente (que se refieren al pasado) son conocidos con errores de medición para cada valor individual que pueden ser mucho menores que los límites impuestos por las relaciones de incertidumbre, mientras que para el futuro, cuando aún no tenemos los datos, sólo disponemos de las predicciones de la teoría, que como es de naturaleza estadística sólo nos proporciona valores con una dispersión determinada por la propia teoría.

¹³Cf. L. E. Ballentine, *Reviews of Modern Physics*, 42 (1970) 364.

¹⁴T. A. Brody *et al.*, *op. cit.*, p. e39.

El experimento de Einstein, Podolsky y Rosen.-Este es uno de los problemas conceptualmente más importantes y deriva de la confusión alrededor del significado de las relaciones de Heisenberg; fue señalado por Einstein, Podolsky y Rosen en 1935. El experimento EPR es un experimento pensado y por medio de él se muestra que la mecánica cuántica no es una teoría física completa o, equivalentemente, que no es posible aislar un sistema físico de los sistemas con los que ha tenido interacción en el pasado.

La siguiente versión que presentaremos se debe a D. Bohm (1951) y es más sencilla que la que expusieron Einstein, Podolsky y Rosen en su trabajo original¹⁵. Supóngase, por ejemplo, un mesón π en reposo; éste decaerá en un par electrón-positrón, y cada una de estas dos partículas saldrán dirigidas con espines y direcciones opuestas. Cuando están suficientemente separadas y ya no pueden interactuar entre sí, se mide el espín del positrón; o mejor dicho, se mide la proyección de su espín en el plano horizontal. Si $S_x^+ = \frac{1}{2}$ concluimos que $S_x^- = -\frac{1}{2}$ debe ser el espín del electrón; por el contrario, si $S_x^+ = -\frac{1}{2}$ entonces $S_x^- = \frac{1}{2}$. Pero igual de bien hubiéramos podido medir S_z , la proyección del espín del positrón en el plano vertical; entonces hubiéramos deducido la componente vertical del espín del electrón. En este punto es donde aparece el problema, ya que si es posible determinar de esa manera S_z entonces S_x está completamente incierta, por el mecanismo de la relación de incertidumbre: sabemos que los dos operadores de proyección del espín no conmutan. Pero también es cierto que al deducir S_x dejamos indeterminado el valor de S_z ; pero el electrón ya *no está en interacción con el positrón*; entonces, ¿cómo pudo hacerse una medición en el positrón que cambiara lo que está bien determinado para el electrón? Einstein, Podolsky y Rosen (y con ellos Bohm) concluyeron que lo que no está bien determinado es la predicción que hace la teoría, mientras físicamente (por ejemplo en una teoría más completa) sí tendría sentido hablar y posiblemente determinar simultáneamente las dos componentes del espín electrónico. La mecánica cuántica, hablan

¹⁵*Ibid.*, p. e40.

do en otros términos, es incompleta, y el camino para completarla queda abierto. La única alternativa es que la interacción entre ambas partículas jamás desaparece.

Bohr, en su respuesta (1935), oscurece y difícil de interpretar, dice que hay que tomar en cuenta la disposición total del experimento; parece ser que sugiere que es imposible eliminar completamente una posible interacción residual entre las dos partículas. Si éste es el sentido de su texto, no ofrece más que su aceptación de la segunda alternativa en la famosa disyuntiva que formuló Einstein (1949), con las dos proposiciones mutuamente excluyentes:

- 1) La función de onda ψ dada por la mecánica cuántica proporciona una descripción completa de un microsistema individual.
- 2) Las propiedades físicas de dos sistemas que no interactúan físicamente son independientes.

Pero la respuesta de Bohr y, aún más, muchas de las contribuciones posteriores a la discusión se prestan a la interpretación de que para ellos es la presencia del aparato medidor la que provoca el cambio de estado del electrón. De este punto a la conclusión de ideas subjetivistas sólo hay un paso: la función de onda no nos da información sobre el sistema, sino sobre nuestro conocimiento de él.

La interpretación estadística no encuentra problemas en aceptar la proposición 2) en la disyuntiva de Einstein, porque para tal interpretación la predicción cuántica con ciernes a una serie de resultados experimentales, en la cual esperamos observar ambos valores posibles para S_z (si medimos esta variable directamente sobre el electrón) con aproximadamente la misma frecuencia mientras medimos S_x en el positrón; ninguno de los valores observados individualmente es predicho, solamente el promedio y su dispersión.

La respuesta que da Bohr a EPR es que una variable solamente puede tener un valor hasta que se ha hecho la medición. Así, aunque el formalismo matemático dé dos funciones diferentes para describir el mismo estado del sistema, ninguna de ellas es real antes de realizar la medición. Nuevamente el positivismo "resuelve" la contradic-

ción, porque no podemos medir simultáneamente dos variables no conmutativas de un mismo sistema, y sólo como resultado de la medición será real el estado descrito por alguna de las eigenfunciones, pero no por ambas.

Tenemos entonces una nueva situación creada por la mecánica cuántica, que nos obliga a sustituir el concepto de independencia de las partes por el concepto de complementariedad que implica la indivisibilidad del sistema físico (incluyendo al observador). Vivimos, entonces, según el positivismo, en un mundo indivisible cuyas partes no pueden ser analizadas objetivamente¹⁶.

Hay que hacer énfasis en que para mantener la consistencia dentro de la interpretación positivista se hace uso implícito de nociones específicas de realidad y completez a través de conceptos como complementariedad e indivisibilidad, los cuales de ninguna manera forman parte o son producto del formalismo de la mecánica cuántica. Por el contrario, son elementos que se introducen para conformar un cierto marco interpretativo. Hay, entonces, libertad de introducir diferentes marcos de interpretación del formalismo cuántico, lo cual es realizado fuera del terreno científico y ya de lleno en el terreno filosófico e ideológico. De esta manera, ahora adoptando posiciones objetivas, se llega a conclusiones diferentes, acordes con una interpretación distinta a la positivista.

Por su parte, EPR consideran que una teoría física es completa sólo si cada elemento relevante de la realidad tiene una contraparte en la teoría, y proponen el siguiente criterio suficiente de realidad física (no necesariamente el único): "Si podemos predecir con certeza el valor de una cantidad física sin perturbar el sistema, entonces existe un elemento de la realidad que corresponde a dicha cantidad física"¹⁷.

Al aplicar este criterio de realidad al ejemplo de las dos partículas, se debe aceptar que tanto la posi-

¹⁶Cf. L. de la Peña y A.M. Cetto, *Rev. Mex. de Física*, suplemento de enseñanza, 23 (1974) p. e44.

¹⁷*Ibid.*

ción como el ímpetu de ambas partículas son reales, ya que se pueden predecir sin afectar al sistema. Sólo que la función que proporciona la descripción de una de las partículas nos da información nada más sobre una de las variables, así que un elemento de la realidad queda necesariamente excluido en cada descripción. Por lo tanto, se llega a la conclusión de que ninguna de las dos descripciones es completa, lo cual contradice a la interpretación positivista.

Bohr no acepta los criterios de completez y de realidad física dados por EPR; pero no da ninguna definición alternativa. Hasta la fecha se han realizado muchos trabajos y se han propuesto muchos experimentos para dilucidar quien tiene la razón; no obstante, todos han fracasado pues utilizan el formalismo matemático de la mecánica cuántica de una u otra manera; y ya vimos que dentro de éste pueden persistir ambas interpretaciones.

El colapso de la función de onda.- Un problema que no está relacionado directamente con las relaciones de incertidumbre de Heisenberg, pero que es también uno de los problemas fundamentales de interpretación de la mecánica cuántica, es el del colapso de la función de onda. Este llamado colapso es característico de la interpretación ortodoxa.

Esta posición es manejada en muchos cursos de mecánica cuántica, y con frecuencia se hace de manera inconsciente; esto es, se confunde la interpretación considerando como una consecuencia del formalismo, sin darse cuenta de que hay una posición filosófica implícita. En uno de estos cursos se nos explicaría el colapso de la función de onda de la siguiente manera.

Se tiene un sistema físico, que denotaremos por I, caracterizado por las variables indicadas colectivamente por x_1 . Tal sistema puede encontrarse en diferentes estados $\psi_1(x_1), \psi_2(x_1), \dots, \psi_n(x_1)$. Sea la variable dinámica A: si el sistema se encuentra en el estado ψ_1 , tal variable tiene el valor a_1 ; si el sistema está en el estado ψ_2 , la variable tiene el valor a_2 , y así sucesivamente. Si el sistema está preparado de tal manera que la probabilidad relativa de a_k es $|\alpha_k|^2$, entonces el sistema I tiene la función de onda asociada

$$\psi(x_1) = \sum_k \alpha_k \psi_k(x_1).$$

Para hacer una medición de A utilizamos un sistema que se denota por II. Este sistema de alguna manera nos indicará valores diferentes para A. Suponiendo que esta variable tome el valor a_1 , esto nos será indicado por el sistema II, digamos que señalando con una aguja la posición m_1 . El valor a_1 y la posición m_1 de la aguja están asociados a la función $u_1(x_2)$ del medidor, a_2 y m_2 estarán asociados con $u_2(x_2)$, etc. (x_2 denota al conjunto de variables del sistema II). Teniendo entonces todo lo anterior, la función de onda del sistema I+II es

$$\Psi(x_1, x_2) = \sum_k \alpha_k \psi_k(x_1) u_k(x_2).$$

La cual es la onda antes de realizar la medición.

Se efectúa ahora la medición y se observa que la aguja está, por ejemplo, en la posición m_4 . Esto quiere decir que el medidor está en el estado $u_4(x_2)$, y, por lo tanto la función de onda es

$$\Psi_4(x_1, x_2) = \psi_4(x_1) u_4(x_2).$$

Esto significa que la probabilidad relativa del estado 4 ha pasado de $|\alpha_4|^2$ a 1, que es la certeza total, mientras que los demás estados se han reducido a cero. Esto es, la función de onda Ψ se ha reducido a Ψ_4 , merced al proceso de medición. La función de onda posee todos los estados posibles y se colapsa al ser observado el sistema.

La explicación continuaría diciendo que el observador desempeña un papel fundamental y que es parte inseparable de los sistemas cuánticos, ya que sólo a través de él la variable A pasa a tomar un valor real y deja de ser un objeto matemático.

Esta sería, en fin, la explicación que da la ortodoxia cuántica al llamado colapso de la función de onda. Respecto a qué es lo que determina el valor proyectado, hay diversas respuestas dentro de esta misma interpretación. Hay las respuestas que niegan la existencia de toda causa, has

ta las que afirman que es la conciencia del observador la que determina el efecto medido¹⁸. Para mostrar cómo se llega a esta última afirmación presentaremos a continuación dos ejemplos famosos: el del amigo de Wigner y el del gato de Schrödinger¹⁹.

El ejemplo del amigo de Wigner es el siguiente. Sin perder generalidad supongamos que el sistema I puede encontrarse solamente en dos estados: si el estado es ψ_1 , se enciende una lámpara; si el estado es ψ_2 , la lámpara permanece apagada. El amigo de Wigner será el sistema II. Es tablecido lo anterior, la función de onda de todo el sistema (I+II) es

$$\Psi = \alpha_1 \psi_1 u_1 + \alpha_2 \psi_2 u_2 ,$$

donde las funciones u_1 y u_2 corresponden a los estados "el amigo de Wigner ve la lámpara encendida" y "el amigo de Wigner ve la lámpara apagada", respectivamente. Wigner pregunta a su amigo si ve que la lámpara está encendida. Aplicando la teoría del colapso de la función de onda, si la respuesta es afirmativa, el estado del sistema pasa a ser

$$\Psi_1 = \psi_1 u_1 ,$$

y si la respuesta es negativa, pasa a ser

$$\Psi_2 = \psi_2 u_2 .$$

Sin embargo, supóngase que una vez reducida la función, digamos a ψ_1 , Wigner pregunta a su amigo si vio la lámpara encendida antes de que se lo preguntara. La respuesta es obviamente que sí. Por lo tanto, la función de onda ya era $\psi_1 u_1$ cuando Wigner creía que era Ψ ; se había reducido antes de que Wigner conociera el estado del sistema, lo cual resulta paradójico.

Si en lugar de un amigo que nos informe cuándo ocurre el colapso, introducimos un medidor, está claro que

¹⁸Cf. L. de la Peña y A.M. Cetto, *Rev. Mex. de Física*, Suplemento de enseñanza, 22 (1973) e48.

¹⁹Cf. *Ibid.*, p. e48.

la función de onda será Ψ hasta el instante en que efectuemos la observación, es decir, hasta el momento en que nuestra conciencia la reduzca a $\psi_1 u_1$. Se concluye entonces que es la conciencia la que determina el colapso de Ψ a ψ_1 . Además, si nos ponemos a pensar que quienquiera que sea el amigo, éste tendrá conciencia, llegamos a una situación bastante curiosa: los instrumentos y los amigos observadores con conciencia juegan un papel diferente en mecánica cuántica; la conciencia viola las leyes de la física.

Este ejemplo muestra el carácter totalmente idealista de la interpretación ortodoxa. El ejemplo del gato de Schrödinger nos mostrará cómo el colapso de la función de onda es físicamente inaceptable si lo analizamos desde una posición diferente de la idealista.

En este caso el sistema I es un material ligeramente radiactivo y el sistema II es un detector conectado a un dispositivo capaz de matar a un gato. Todo lo anterior, incluso el gato, dentro de una caja cerrada. Un cierto tiempo t después de que cerramos la caja con todo el dispositivo y gato adentro la función de onda es

$$\Psi(t) = \psi_1(t) u_v + \psi_2(t) u_m,$$

donde ψ_1 denota la función de onda si no hubo decaimiento de alguna partícula radiactiva y ψ_2 es la función asociada a que sí hubo decaimiento; u_v y u_m representan los estados de gato vivo y gato muerto, respectivamente. Está claro que $\psi_1(0) = 1$ y $\psi_2(0) = 0$. Según la interpretación ortodoxa, para $t > 0$ la función de onda representa una especie de combinación entre gato vivo y gato muerto; esto es, el gato ni está vivo ni está muerto, sino en un estado abiológico que se reduce a vivo o muerto al hacer la observación. Según el colapso de la función de onda, por el simple acto de observar traemos al infeliz gato de ese estado abiológico a la vida, o lo matamos.

Nuevamente hallamos detrás del colapso de la función de onda la posición positivista, que nos lleva a concluir que no tiene ningún sentido hablar del estado del gato mientras no se le observe. Más aún, mientras no lo observemos,

ni siquiera el propio gato tiene sentido; el mundo externo del positivista está reducido al mundo de sus impresiones sensoriales.

En este problema la interpretación estadística es muy clara y está exenta de situaciones paradójicas. La función de onda describe el comportamiento de un conjunto muy grande (teóricamente infinito) de gatos igualmente preparados, esto es, lo que hemos llamado un conjunto representativo (un *ensemble*) de gatos. Con base en esta interpretación lo que tendríamos es que la función de onda,

$$\Psi(t) = \psi_1(t)u_v + \psi_2(t)u_m,$$

no se refiere a un sistema con un sólo gato sino a uno con un número enorme de gatos en iguales condiciones (un *ensemble* de gatos), y la cantidad

$$P_v(t) = |\psi_1(t)|^2$$

no es la probabilidad de que un solo gato esté vivo al tiempo t , sino que nos habla del número más probable de gatos vivos al tiempo t . De este modo, $P_v(t) = 1 - |\psi_2(t)|^2$ es el número más probable de gatos muertos al tiempo t . En la interpretación estadística desaparece la situación del gato cuántico en el estado de gato vivo superpuesto con gato muerto, desaparece el observador como elemento fundamental e inseparable del proceso y como el medio que traslada al gato a la realidad. Desaparece el colapso ya que el conjunto representativo está descrito por la función $\Psi(t) = \psi_1(t)u_v + \psi_2(t)u_m$, independientemente de nuestro conocimiento de un caso individual. La función de onda es una descripción estadística relativa a un mundo objetivo y, por lo mismo, es una descripción incompleta respecto a un sistema individual.

Dualidad onda-partícula. - Otro de los problemas que presenta dificultades de interpretación respecto al significado de la función de onda, es el de la dualidad onda-partícula. Existen experimentos en sistemas cuánticos en los cuales hay ocasiones en que se observan comportamientos de ondas y a veces de partículas. Los conceptos de onda y de partícula son incompatibles, y proponer el de "on

dícula" no resuelve de ninguna manera el problema. Incluso se ha propuesto la alternativa de que son partículas cuando se buscan partículas y son ondas cuando se buscan ondas. Esta propuesta, de carácter idealista y subjetivo extremo, nos pone en el terreno del *solipsismo*; o sea, que el comportamiento del sistema cuántico dependerá de la intención o propósito del individuo particular que realice la observación.

El típico experimento en donde se observan las propiedades ondulatorias de los electrones es el del paso de éstos a través de dos rendijas para incidir sobre una pantalla, formando un patrón de difracción totalmente análogo al que se obtendría en un experimento de difracción de rayos X.

Analicemos cuidadosamente este experimento²⁰. En primer lugar, preparemos un aparato que nos permita lanzar partículas muy pequeñas (como granos de arena, por ejemplo) hacia una pantalla en la que son registrados. Los granos de arena llevan igual velocidad y viajan en la misma dirección. El haz de granos de arena es de densidad uniforme y poco denso, para evitar en lo posible choques entre ellos. Entre el dispositivo que lanza los granos y la pantalla se interpone una placa con una rendija. Al transcurrir el experimento se observa sobre la pantalla una acumulación rectangular de granos de arena, que son los que pasan a través de la rendija. Si ahora en la placa ponemos dos rendijas, lo que se obtiene es un par de acumulaciones rectangulares, tal y como se muestra en la Fig. 1a y 1b. Al tapar o destapar cualquiera de las rendijas simplemente se deja de formar o se forma la acumulación rectangular correspondiente, sin que para nada sea afectado el resto de la distribución de los granos de arena. Esto es, el efecto de las dos rendijas destapadas es simplemente la superposición de los efectos obtenidos con cada una de ellas por separado.

Ahora bien, si en lugar de granos de arena se lanzan electrones o cualquier otra partícula de dimensiones ató-

²⁰Cf. L. de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, op. cit., p. 63.

micas ocurre algo bien distinto. Si utilizamos una sola rendija lo suficientemente angosta, aparece una curva de distribución de electrones en la pantalla con un máximo central y varios máximos secundarios, tal y como se muestra en la Fig.1c; al abrir otra rendija no aparece una superposición de distribuciones similares a la anterior, sino una distribución mucho más complicada con una serie de máximos y mínimos muy notables que exceden el número de rendijas, tal y como aparece en la Fig.1d. Este es un fenómeno en el que aparecen características ondulatorias.

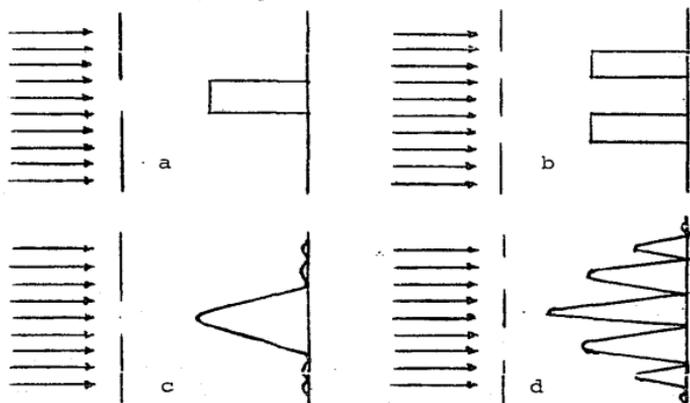


Fig.1. Distribución de las partículas en la pantalla luego de atravesar una placa con una o varias rendijas. (a) y (b) corpúsculos macroscópicos (caso clásico, mostrando un comportamiento puramente corpuscular); (c) y (d) electrones (caso cuántico, mostrando propiedades ondulatorias). Las figuras (c) y (d) representan asimismo en forma esquemática el resultado que se obtendría empleando luz monocromática (suponiendo un cambio adecuado de escala). En todos los casos, placa y pantalla se encuentran muy alejadas. (Figura sacada de: L. de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, op.cit., p.64.

Aquí, si suponemos que cada electrón cruza sólo una de las rendijas no podemos explicar el patrón de difracción. La interpretación ortodoxa nos dice que el concepto de trayectoria de una partícula deja de tener sentido. Esto está en contradicción con lo que se observa en una cámara de niebla o con la forma en que se dispara un contador: una partícula con una trayectoria bien definida. Sin embargo, el positivismo sostiene, en palabras de Heisenberg, que "la trayectoria surge sólo cuando la observamos".

Con lo anterior tenemos una toma de posición filosófica que niega existencia objetiva a la trayectoria; posición ante la cual las posibilidades de una física experimental se presentan totalmente endebles.

Veamos ahora lo que dice la interpretación estadística²¹. En primer lugar, hay que analizar con mayor detenimiento estos experimentos. Repetimos éstos, pero ahora reducimos paulatinamente la intensidad del haz hasta que aproximadamente no haya más que un electrón en dirección hacia la pantalla*. A medida que se va reduciendo la intensidad del haz también se va reduciendo la intensidad del patrón de difracción, pero llega un momento en que ya no disminuye esta última, sino que va apareciendo en la pantalla una estructura granular²²: cada electrón que incide sobre la pantalla produce un punto luminoso, produciéndose una mayor intensidad luminosa en la zona en que el número de electrones incidentes es mayor. Tenemos así, que el patrón de difracción no es más que una distribución de los electrones cayendo erráticamente sobre la pantalla, siendo mayor el número de ellos en la zona de mayor ilumi

²¹Cf. *Ibid.*, p. 65.

*Variantes de este experimento con fotones han sido realizadas por diversos autores (L. Biberman y colaboradores en la URSS en 1949; L. Jánossy y colaboradores en Hungría en 1958; R. L. Pfleeger y L. Mandel en USA en 1967, etc.) y sólo muy recientemente con electrones (Merli, Missiroli y Pozzi en Italia en 1974). (Sacado de: L. de la Peña, *op. cit.*, p. 65).

²²Cf. *Ibid.*

nación y menor el número en las zonas menos brillantes del "patrón de difracción". La Fig. 2 muestra una reproducción de las fotografías de los resultados de los experimentos de P.G. Merli *et al.* realizadas en 1974²³.

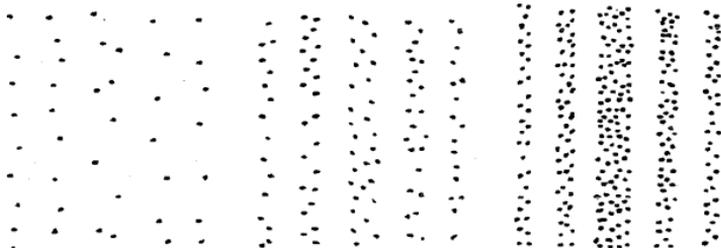


Fig. 2. A medida que el número de electrones incidiendo sobre la pantalla se va incrementando, se va definiendo mejor el patrón de difracción y se va perdiendo la estructura granular.

Siguiendo el experimento con cuidado se observa que la forma en que van cayendo los electrones sobre la pantalla es caótica. Es imposible predecir dónde caerá un electrón particular; aun cuando todos los electrones del haz sean preparados en las mismas condiciones como sea posible, conozcamos perfectamente el aparato, las condiciones iniciales, etc. El comportamiento de un solo electrón es totalmente aleatorio, sin embargo el conjunto conserva una *regularidad estadística*. La descripción que realiza el formalismo de la mecánica cuántica -según la interpretación estadística- se refiere al conjunto de los electrones, al *ensemble*, y no se puede predecir el comportamiento de un solo electrón, dada la naturaleza estadística de la teoría. Tenemos entonces que la ecuación de Schrödinger se refiere a las propiedades *ondulatorias* de los electrones, en el sentido de que describe el comportamiento *estadístico* de los mismos. De esta manera, vol-

²³ cf. *Ibid.*

vemos a concluir que la mecánica cuántica actual es una descripción incompleta, de carácter fenomenológico, de la naturaleza, en el mismo sentido en que lo es la termodinámica, teniendo detrás la mecánica estadística.

Complementariedad.- La dualidad onda-partícula, el colapso de la función de onda, así como las relaciones de incertidumbre, que surgen de la interpretación ortodoxa, conducen a enunciar el principio de complementariedad con la intención de apoyar filosóficamente y darle coherencia a tal interpretación. Este principio es introducido en la teoría cuántica totalmente al margen del formalismo matemático; constituye un marco interpretativo con base en una posición filosófica e ideológica.

Este mal llamado principio nos habla de dos aspectos mutuamente excluyentes de los sistemas físicos, pero que solamente considerándolos a los dos tendremos una descripción completa de tales sistemas. Este principio surgido en el ámbito de la física es elevado por el positivismo a la categoría de principio fundamental de la naturaleza, extendiéndolo fuera del reducido campo donde es enunciado. Así, por ejemplo, el propio Bohr habla de la complementariedad existente entre el cuerpo y el cerebro como un principio fundamental de la biología; también señala que entre el individuo y la sociedad puede ser aplicada la complementariedad como un principio básico de la sociología. En este último ejemplo es difícil aceptar la complementariedad, pues individuo y sociedad no son aspectos mutuamente excluyentes, sino que son, incluso, necesarios el uno para que exista el otro. La sociedad no se explica sin individuo y, a su vez, éste no se explica sin la sociedad; existiendo, además, relaciones entre ellos de carácter económico sumamente complejas que no pueden ser explicadas por un simple argumento de complementariedad. Este principio es utilizado en forma tal que da a los resultados que se derivan de él una apariencia de objetividad que en realidad no poseen.

Una declaración fundamental del positivismo - y de la que ya hemos hablado - es aquella que nos dice que con el acceso del hombre al estadio positivo ya no hay lugar para las discusiones de tipo metafísico e ideológico dentro de la ciencia, pues éstas no tienen sentido y ya se

ha arribado al verdadero conocimiento. Sin embargo, vemos cómo todas las interpretaciones positivistas son hechas desde fuera del terreno estrictamente científico; son realizadas en el campo ideológico, por más que el propio positivismo trate de ocultar tal hecho. La posición positivista es entendida completamente si nos damos cuenta de que no es más que la posición de una clase social que trata de extender al resto de la sociedad sus propias ideas, haciéndolas aparecer como ideas "verdaderas" y eternas²⁴. Y esto es hecho, no de alguna manera nueva y original -que tal vez pudieran haber descubierto los positivistas-, sino en las mismas formas de siempre (tal y como lo hace Aristóteles para justificar el sistema social del esclavismo²⁵). Nos convencemos de que esta forma de proceder sigue siendo la misma al ver las declaraciones de Bohr que trata de apoyar sus propias consideraciones ideológicas recurriendo al discurso científico. En la actualidad abundan este tipo de actitudes* como lo muestra el siguiente ejemplo de un importante biólogo que utiliza el principio de incertidumbre para intentar cubrir sus actitudes ideológicas:

Finalmente existe a escala microscópica una fuente de incertidumbre todavía más radical, enraizada en la estructura cuántica de la propia materia. Ahora bien, una mutación es en sí un acontecimiento microscópico cuántico al que, por consiguiente, se aplica el principio de incertidumbre.²⁶

²⁴Ver p. 85 de este trabajo.

²⁵Cf. *Ibid.*, p. 100.

*Queremos recalcar que no aspiramos a que se escriba desde una posición no-ideológica (ya vimos que eso es imposible); pero sí es importante señalar que todo este tipo de actitudes conlleva una ideología muy clara que, sin embargo, se caracteriza por ocultarse a sí misma, pues -dicen ellos- es conocimiento científico.

²⁶J. Monod, *Chance and Necessity*, Cape, Londres (1972).

O este otro ejemplo, francamente risible:

El marxismo oriental (?) asegura que la economía comunista es una necesidad histórica y, de esta convicción nace su fanatismo[...]. La física ha desarrollado actualmente una interpretación estadística de las leyes naturales que corresponde mejor a la realidad. Desde este punto de vista, la fe de los comunistas en la realización inevitable de las predicciones del marxismo aparece ridícula.²⁷

Es importante señalar que esta explotación ideológica de la física moderna también es llevada a cabo por quienes pretenden combatir el idealismo filosófico en nombre del materialismo²⁸. Ambas posturas comparten, en el fondo, la misma concepción de la ciencia.

Como un ejemplo algo más extenso de la explotación ideológica que hace el positivismo, tenemos el artículo de T. Bergstein²⁹ en donde extiende el principio de complementariedad al lenguaje, llegando a conclusiones muy *suí generis*.

El artículo de Bergstein está dentro de la más pura tradición positivista. Acepta la integridad indisoluble de los fenómenos y el observador, y declara que la existencia de objetos y fenómenos independientes del observador es una cuestión que no tiene sentido. La objetividad física no es -para él- una distinción clara y precisa entre objeto y aparato de medida, sino la no-ambigüedad (*unambiguousness*) de las manifestaciones que hacen posible la reproducción ilimitada de experimentos. La última fuente de esta no-ambigüedad es la parte del lenguaje ordinario que trata con el mundo externo, y este lenguaje ordinario es refinado por el marco conceptual de la física clásica. Hasta aquí existe una causalidad, no así al entrar

²⁷ M. Born, *My Life and Views*, Scribner, New York (1958) p. 148.

²⁸ Cf. J. M. Levy-Leblond, *op. cit.*

²⁹ Cf. T. Bergstein, "Complementarity and Philosophy", *Nature*, 222 (1969) 1033.

al nivel de los objetos atómicos. En los fenómenos cuánticos ya no existe la causalidad que prevalece a nivel macroscópico y, por lo tanto, los fenómenos del mundo atómico sólo tendrán existencia a través de los aparatos de medición. Y todos estos objetos de medición y los objetos bajo estudio son experiencias, donde el único medio para comunicarlas es el lenguaje ordinario refinado por la física clásica. Así, por ejemplo, afirma: "Una experiencia inafectada por cualquier análisis lingüístico, consciente o inconsciente, no puede ser comunicada". Señala que la afirmación de que el lenguaje es la última fuente de la no-ambigüedad de la descripción física es verificada más convincentemente por las condiciones observacionales de la física cuántica. La ocurrencia no causal -continúa Bergstein- de marcas y señales dentro del arreglo experimental no puede ser comprendida por la física clásica, y debido a la complementariedad del fenómeno cuántico la física del mundo atómico sólo puede referirse a la distribución de registros relativa al arreglo experimental. De esta manera el autor dice que la declaración preliminar de cualquier análisis físico; de que la ocurrencia de algunas señales o figuras son registros de objetos atómicos, debe descansar en la experiencia del observador individual, la cual no proviene sólo de la física. La física cuántica como la clásica están fundadas -según Bergstein- necesariamente en la experiencia común de observar y describir inequívocamente los fenómenos del mundo externo, y esta experiencia se ha desarrollado junto al lenguaje mismo. Más adelante es cuando extiende el principio de complementariedad al lenguaje. Su argumentación es como sigue: La necesidad de comunicación lingüística en los seres humanos implica una separación de experiencias en un mundo privado y en uno externo. Naturalmente esta separación no es completa, y es el propio traslape de estos dos mundos lo que hace posible la comunicación humana. Pero una condición necesaria para una comunicación lingüística no-ambigua es que esta diferenciación de experiencias *haya adquirido la calidad de consistencia*. Cuando el infante comienza a aprehender el significado del lenguaje hablado como un medio de comunicación, ha de correlacionar un sistema de sonidos con un campo de experiencias *que aún no han si*

do expuestas a la demanda de consistencia. El lenguaje fuerza sobre el niño la necesidad de diferenciar en formas particulares sus experiencias, y la más fundamental de ellas debe ser la diferenciación que *consistentemente* separa fenómenos privados y fenómenos externos. Así, la fijación del mundo externo y el desarrollo de egos humanos separados son generados por el lenguaje. *Un niño recién nacido difícilmente puede ser llamado un ser humano porque no tiene conciencia de sí mismo.* Del útero biológico pasa al útero del lenguaje en el cual se desarrolla como un ser humano. Una frase o grupo de frases al ser producidas o percibidas son separadas en partes objetivas y subjetivas, pero al mismo tiempo las frases mismas expresan conexiones entre las experiencias así separadas. De esta manera entre más fuertes sean las conexiones más débiles las separaciones expresadas por el lenguaje, y *recíprocamente*.

Esto es parte de lo que menciona Bergstein en su artículo. Podríamos ahora preguntar: ¿Cuándo es que la diferenciación de experiencias externas e internas cobra consistencia? ¿Qué entendemos por consistencia?

Tal vez si consideramos su afirmación de que la última fuente de la no-ambigüedad de las manifestaciones que hacen posible la reproducción ilimitada de experimentos sea la parte del lenguaje ordinario refinado por la física clásica, podamos decidir si se ha alcanzado la consistencia en el lenguaje. Después de la física clásica ya no podemos utilizar este lenguaje para referirnos al mundo externo, tenemos que usar como "complemento" los instrumentos de observación. ¿Será este el momento en que se alcanza una completa diferenciación entre los dos mundos? Si es así, *sólo son seres humanos los que saben mecánica cuántica.*

Por último, los lenguajes hablados por algunas tribus primitivas de la actualidad o, para no ir muy lejos, los dialectos que hablan, por ejemplo, algunos grupos étnicos de nuestro país, que no tienen la estructura de un "lenguaje civilizado" ¿son hablados por seres que no son humanos?

Resumiendo lo que hemos visto en esta sección podemos ver que, en términos generales, existen dos interpretacioo

nes completamente opuestas de un formalismo científico (la mecánica cuántica). Una interpretación es la ortodoxa y otra la estadística. La primera es de carácter idealista y subjetivo, niega existencia objetiva a la realidad, vincula de manera inseparable al objeto de observación y al observador y niega, a diferencia de la estadística, la existencia del objeto independiente del sujeto, declara la imposibilidad de conocer más profundamente a la naturaleza y con ello da por terminado el desarrollo del conocimiento humano. La interpretación ortodoxa se funda así en una posición filosófica que renuncia a principios fundamentales de una tradición científica que tiene muchos siglos de dar frutos al hombre. Renuncia a la existencia objetiva de la realidad física, a la causalidad y a la cognoscibilidad del mundo físico (la cual es, en principio, ilimitada). La segunda, por el contrario, es de carácter objetivo y materialista, acepta la existencia de un mundo objetivo, independiente del ser humano; este último formando parte de esa realidad e interactuando y transformando a la misma, utilizando el conocimiento que de ella va obteniendo y que es perfectible en forma ilimitada. En la interpretación estadística coexisten las corrientes causal y no causal (determinista e indeterminista); sin embargo esta interpretación, no obstante que fue planteada en 1927, apenas empieza a cobrar importancia entre los físicos. Es claro que para determinar cuál es la interpretación correcta la respuesta deberá estar dada dentro del propio ámbito científico. La interpretación estadística, que es la que considera a la mecánica cuántica actual como una teoría incompleta, ha conducido a caminos que prometen darnos una respuesta dentro de algún tiempo. Esto queda englobado en la llamada *electrodinámica estocástica*, que, desde luego, no discutiremos aquí, pero que es expuesta en diversas referencias^{30, 31}.

³⁰Cf. L. de la Peña, *Introducción a la mecánica cuántica*, op. cit., p. 675.

³¹Cf. T.A. Brody et al., *Rev. Mex. de Física* 26 (1979) 59, y referencias ahí citadas.

Ahora bien, cabe hacerse la siguiente pregunta: ¿por qué no ha sido adoptada la interpretación estadística como la interpretación "oficial" de la mecánica cuántica, dado que está exenta de los resultados paradójicos de la interpretación ortodoxa y hay una relación muy clara entre el formalismo y lo que ella representa físicamente?

Creemos que la respuesta depende de diversos factores; la mayoría de éstos es de carácter externo a la mecánica cuántica. A nivel interno una de las razones de la no adopción de la interpretación estadística es que ella misma no ha sido capaz de proporcionarnos los elementos suficientes para optar en definitiva por ella.

A nivel externo existen algunas razones. Una de ellas es que Bohr (tal vez el principal exponente de la posición ortodoxa) era uno de los seguidores de la escuela positivista, que era la filosofía dominante en Europa en los años veinte, que fue la época en que se empezó a desarrollar con gran ímpetu la teoría cuántica. Se entiende entonces que la epistemología que acompañó en sus inicios a la mecánica cuántica fuese la impuesta por el Círculo de Viena; a su vez, el neopositivismo lógico hizo suyos los logros de la teoría cuántica y pasaron a formar parte de sus propios fundamentos. Fue también una época en que la teoría cuántica pasaba de un éxito a otro, y por lo tanto se pensaba que no había necesidad de cambiar algo que estaba resultando tan bien; aceptando, en consecuencia, la interpretación que en ese entonces acompañaba al formalismo. Otra de las razones, de carácter más superficial, pero también importante, es la "pereza" filosófica que prevalece en algunos medios y que hace olvidar a los físicos ciertos requerimientos que debe cubrir una teoría física.

En última instancia los factores que han impedido la adopción de la interpretación estadística son de carácter ideológico. Son estos factores los que se traducen de alguna manera, dependiendo de factores sociales y económicos, en factores más aparentes. Ya se ha mencionado cómo las ideas dominantes de una época son las ideas de la clase dominante, y cómo estas ideas se muestran como verdades "necesarias" y eternas. Y es en la tarea de presentar las ideas de la clase dominante como las únicas "verdaderas" donde la ciencia ha adquirido un papel fundamental

al ser utilizada como el discurso del poder. Para explicar un poco mejor lo anterior, repasemos los aspectos fundamentales del neopositivismo del Círculo de Viena y del positivismo comtiano enmarcados dentro del proceso de la Revolución Industrial, de la que mencionaremos brevemente algunos puntos que nos ayudarán a exhibir -sería demasiada pretensión querer demostrar en tan poco espacio- la interrelación de los factores socio-económicos y la preeminencia de una determinada interpretación de una teoría científica.

Para finalizar esta sección y ser congruentes con una posición materialista, hemos de aceptar el valor histórico de las ideas y reconocer el mérito que tuvo la corriente neopositivista en el desarrollo de la mecánica cuántica, sacando a la física del mecanicismo en el que estaba inmersa. Sin embargo, hoy en día la corriente neopositivista ha agotado sus posibilidades dentro de la mecánica cuántica, a pesar de declarar que éste es el conocimiento más completo que se puede tener de la naturaleza.

La Revolución Industrial y el proyecto de una clase social

Siguiendo con el esquema general de este trabajo, en esta sección veremos dos concepciones diferentes de la ciencia. Una concepción es idealista y subjetiva; la otra es materialista y objetiva.

Como hemos venido mencionando, no es posible hablar de la ciencia desde una posición ideológica. De esta manera, la posición idealista corresponde a los intereses de una clase social; la posición materialista también corresponde -por supuesto- a los intereses de otra clase social, contraria a la primera.

La diferencia fundamental entre estas dos posiciones podría resumirse en la famosa tesis número once sobre Feuerbach de C. Marx:

Los filósofos no han hecho más que *interpretar* de diversos modos el mundo, pero de lo que se trata es de *transformarlo*.³²

³²C.Marx, "Tesis sobre Feuerbach", en Marx y Engels, *Obras escogidas*, Edit. Progreso, Moscú, p.26.

Las posiciones idealistas tratan de interpretar el mundo y, sobre todo, de que no ocurran transformaciones; por el contrario, la posición marxista trata de transformarlo. Y la ciencia, vista desde esta última óptica, es un medio formidable para lograrlo.

La ciencia, como forma teórica del conocimiento de la realidad, entra necesariamente en la producción misma como un factor ideal que se objetiva y materializa en ella. De esta manera la ciencia, por esta objetivación y materialización, se convierte en una fuerza productiva directa. Esta unidad entre ciencia y la producción es señalada por Marx:

La naturaleza no construye ni máquinas, ni locomotoras, ni ferrocarriles, ni telégrafos eléctricos, ni lanzaderas automáticas, etcétera. Son productos de la actividad humana, del material natural humano transformado en órganos de la voluntad del hombre que obra sobre la naturaleza u órganos del ejercicio de esta voluntad en la naturaleza. *Son órganos del cerebro humano* creados por la mano del hombre; energía científica objetivada?³

Esta vinculación entre la ciencia y la producción es esencialmente la misma ya sea que se trate del descubrimiento del fuego o de la invención de la máquina de vapor. Y es a partir de la Revolución Industrial cuando este vínculo se hace extraordinariamente notable, llegando la ciencia a integrarse en la producción misma como su potencia espiritual o como una fuerza productiva directa. Esto último ha venido a ser impresionante en el siglo XX; baste con mencionarse el desarrollo de las computadoras, los grandes y complicados sistemas electrónicos y la búsqueda de fuentes alternativas de energía.

Volviendo con la Revolución Industrial, y mantenién-

³ C. Marx, *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política* (borrador) 1857-1858, citado en: A. Sánchez Vázquez, *Filosofía de la praxis*, Edit. Grijalvo, México (1980) p. 281.

donos dentro de la interpretación materialista mencionada, diremos que este proceso no fue generado principalmente por el avance científico; sin embargo, algunas contribuciones fueron esenciales para su éxito, como es el caso de la máquina de vapor. El movimiento en su conjunto estuvo directa y estrechamente relacionado con el desarrollo y la transformación interna del *sistema capitalista*. La primera fase de este sistema, dominada por los comerciantes y los pequeños manufactureros, pasó a la fase del dominio de los financieros y los empresarios de la industria pesada.

No es de ninguna manera casual que en un mismo sitio y tiempo se hayan desarrollado las formulaciones intelectuales de la ciencia, junto con la aparición de los cambios técnicos de la industria, acompañando el establecimiento del dominio político y económico del capitalismo. No es sencillo aclarar la forma en que se interrelacionaron estos tres factores, ya que a menudo alguno de ellos llevaba ventaja sobre los otros y al poco tiempo era alguno de los otros el que llevaba la delantera y aparecía como el más determinante.

Un antecedente importante de la Revolución Industrial fue la revolución en el pensamiento que había tenido lugar en los dos siglos anteriores y que culminó con la gran síntesis newtoniana. También, a finales del siglo XVII, se habían creado las condiciones para que continuara el desarrollo del nuevo modo capitalista de producción. En una región de Europa, limitada a Inglaterra, los Países Bajos y el norte de Francia, la clase media urbana había logrado acabar con las limitaciones feudales. Esta clase media se encontraba en condiciones de financiar la producción lucrativa, y contaba también con el creciente mercado para sus productos, abierto por la navegación en todo el mundo. La producción en estos momentos empezaba a ser dominada cada vez más por los comerciantes y manufactureros capitalistas que estaban en condiciones de financiar empresas, haciendo que los artesanos y los campesinos descendieran a la situación de trabajadores asalariados que eran empleados en las mismas.

La conjugación de un mercado en expansión con la creciente liberación de las restricciones a la manufactura,

junto con la creación de un campo de inversiones en las em presas lucrativas, impulsó las innovaciones técnicas (prin cipalmente en la maquinaria textil) y las invenciones revo lucionarias (como la máquina de vapor) que hicieron descen der los costos y aumentar enormemente la producción y las ganancias. Otros factores que dieron lugar a la creación del impulso social necesario para derrumbar los antiguos sistemas de producción fueron la mejor organización del tra bajo, la división y la especialización de las tareas, el sistema fabril y finalmente la maquinaria. Una vez que es te proceso fue puesto en marcha en la segunda mitad del si glo XVIII, tendió a crecer y a propagarse a otros dominios, debido a su propio éxito y a su firme base en el nuevo ca pital que el propio proceso producía. En la mitad del si glo XIX el dominio del capitalismo en el mundo entero era incuestionable.

En las primeras etapas de la Revolución Industrial las necesidades económicas provocaron cambios en la técni ca, los cuales se realizaron sin la intervención de la cien cia. Sin embargo, sucedía con frecuencia que el mismo de sarrollo de las tendencias existentes conducía a dificul tades inesperadas que sólo podían superarse recurriendo a la ciencia. Por ejemplo, la transición entre la elabora ción doméstica de la cerveza y su fabricación en gran es cala pudo haber provocado fracasos desastrosos que pudie ron ser evitados con el auxilio de la ciencia; o bien, po día suceder que disminuía o se agotaba la fuente de apro visionamiento de una tintura vegetal, debido al incremen to en la producción de telas, generando así la demanda de algún sustituto artificial que sólo podía encontrarse con ayuda de la ciencia³⁴.

Este papel auxiliar de la ciencia en la industria se incrementó en la segunda mitad del siglo XIX. Y no solamen te eso, sino que también ciertas ideas surgidas en el se no de la ciencia fueron desarrolladas y sirvieron para for mar nuevas industrias. La máquina de vapor fue la primera y la más importante de estas ideas, y su fabricación y uso fueron absorbidos por la ingeniería práctica cuando sus

³⁴ cf. J. D. Bernal, *La ciencia en la historia*, op. cit., p. 483.

principios generales se hicieron familiares.

El nombre de "Revolución Industrial" resultó de lo más adecuado, ya que fue extraordinario el cambio efectuado en la productividad, en aquellas ramas de la manufactura en que se inició este proceso. Así, por ejemplo, la producción de artículos de algodón se quintuplicó entre 1766-1789. Y los consiguientes efectos en el comercio, la agricultura y la población fueron igualmente definidos y casi tan rápidos³⁵.

Dos factores fundamentales que también aparecen durante este proceso fueron: Un mejoramiento de las técnicas agrícolas que se propagaron rápidamente en Inglaterra y contribuyeron a que la producción agrícola rindiera ganancias comerciales. Esto se conjugó con la disponibilidad de capital (proveniente de fuentes mercantiles) y el rápido crecimiento de las ciudades, proveyendo un mercado seguro para cereales, carne y verduras. El otro cambio de vital importancia fue la rápida expansión de una nueva industria pesada, basada en la hulla, que mejoró las técnicas de la minería y de los transportes e introdujo procedimientos radicalmente nuevos en la elaboración de hierro y acero. En esto tuvo importancia fundamental un desarrollo científico, la máquina de vapor, que originalmente fue utilizada para desaguar las minas; lo cual permitió el desenvolvimiento técnico de la fabricación de hierro con hulla, en vez de usar el carbón vegetal tradicional. Estos desarrollos se limitaron a ciertos campos secundarios de la industria y no pudieron producir por sí solos una revolución industrial, pero fueron sus precursores necesarios.

Aquí aparece un cambio definitivo de la economía basada en la agricultura a la economía fundada en los yacimientos de hulla, o sea, de una economía de los alimentos a una economía de la energía. Los cambios radicales se limitaron casi exclusivamente a la Gran Bretaña, aunque en los otros países productores de hierro también aparecieron desarrollos independientes de maquinaria; tales es el caso de las máquinas laminadoras y cortadoras de Polhammer en Suecia y el empleo de la máquina de vapor para la ela-

³⁵Cf. *Ibid.*, p. 498.

boración de hierro, hecho por Polzunov (1758) en los Urales³⁶.

La ciencia no tuvo una importancia fundamental al inicio de la Revolución Industrial, pues no se integró a los procesos de producción y no se convirtió en una fuerza productiva de inmediato. Esta integración ocurrió después, y dependió, como hemos visto, del propio proceso productivo y de las condiciones materiales. Una vez que la ciencia comenzó a integrarse en la producción como una fuerza productiva, hubo un resurgimiento de la ciencia, después del aletargamiento en que había caído con la gran síntesis newtoniana; aletargamiento producido principalmente por el carácter definitivo de la obra de Newton.

El proceso de la Revolución Industrial abarca mucho antes y más allá del período que frecuentemente se le asigna, 1760-1830. Sin embargo, es éste el período en el que aparecen las grandes innovaciones técnicas y los grandes logros científicos.

Ya hemos hablado de la máquina de vapor, de la elaboración del hierro y de avances en la maquinaria textil. Pertenecen a este período lo que se ha dado en llamar la revolución neumática que constituyó la base de la química racional, que junto a los grandes descubrimientos sobre la electricidad que fueron realizados un poco más tarde, forman los cimientos de las industrias química y eléctrica que comenzarán a tomar forma a finales del siglo XIX y al canzarán en el presente siglo su pleno desenvolvimiento. Realizadores de la revolución neumática fueron Black, en Escocia, Priestley, en Inglaterra, Scheele, en Suecia, Boyle, en Inglaterra, quienes formaron las bases para que Lavoisier, en Francia, fundara la química racional con sus descubrimientos.

En Francia la actividad científica fue muy diferente a la desarrollada en Escocia e Inglaterra. Fue, por un lado, expresión del interés de una aristocracia más bien ociosa que se limitaba a hacer vida de corte; y, por otra parte, fue también una expresión de la insatisfacción de la creciente clase media, encabezada en Francia por los

³⁶ *cf. Ibid.*, p. 490.

profesionistas administrativos y los abogados. La ciencia se puso de moda sin perder su carácter revolucionario. Gran parte de los esfuerzos de los aficionados a la ciencia se dedicaron a la crítica de las instituciones existentes, porque consideraban que eran obstáculos para el desarrollo económico y político del país. Los científicos franceses de los últimos días de la monarquía estaban profundamente imbuidos de un espíritu de progreso, y el nuevo régimen les proporcionó la oportunidad que esperaban. La *nueva ciencia* desempeñó un papel dirigente en la destrucción de los vestigios feudales y en la exaltación de la razón. Todos los gobiernos revolucionarios reconocieron formalmente su importancia, dándole muchos recursos y esperando mucho de ella. Algunos científicos, como Monge (1746-1818) y Lazare Carnot (1753-1823), fueron republicanos ardientes y participaron de inmediato en la administración económica y en el manejo de los asuntos militares. Otros, como Bailly (1736-1789), Condorcet (1743-1794) y el gran Lavoisier, no pudieron vivir debido a sus ligas con el antiguo régimen y fueron víctimas de la reacción popular en Francia. La mayoría se ocupó de reformar la anticuada maquinaria estatal y de establecer la educación siguiendo los lineamientos científicos.

La primera tarea fue la instauración del sistema métrico decimal al reformar las unidades de pesas y medidas; lo cual se logró en 1799. Con este hecho, aparentemente simple, se muestra el intento por establecer las nuevas formas del pensamiento revolucionario, imbuidas del carácter científico y, en particular, de la lógica francesa. Sólo en Francia, donde había ocurrido una revolución social, pudo establecerse lo anterior; en los países en que no pudo penetrar la influencia francesa prevalecieron los viejos e incómodos sistemas de medidas. La segunda gran tarea fue la creación de la educación científica moderna. Los revolucionarios franceses erigieron en forma sistemática y en gran escala la nueva estructura educativa, teniendo como base las academias inglesas y las escuelas militares francesas, en oposición a las viejas universidades. En las escuelas militares francesas estudiaron los matemáticos Monge y Poncelet, así como el general Napoleón. Se fundaron la *Ecole Normale Supérieure*, la *Ecole de Médecine* y

la *Ecole Polytechnique* (la más importante de todas) y sirvieron de modelo para las instituciones de enseñanza y de investigación científica del futuro. Fueron estudiantes de estas instituciones hombres como Charles (1746-1823), Gay Lussac (1778-1850), Thenard (1777-1853), Malus (1775-1812) y Fresnel (1788-1827). En estas instituciones podían estudiar jóvenes de todas las clases sociales. Fue así como Francia conquistó su predominio científico en el mundo, el cual perduró en el siglo XIX hasta que Inglaterra y Alemania copiaron su ejemplo, estableciendo la educación científica³⁷.

Hasta aquí hemos visto cómo la ciencia está estrechamente vinculada a la producción y cómo, a partir de la Revolución Industrial, pasa a ser una gran fuerza productiva. Ahora bien, con la Revolución Industrial se desarrolla el sistema económico del capitalismo con la clase social que lo detenta: la burguesía. Este sistema es revolucionario en su momento al romper definitivamente con el sistema económico feudal. Sin embargo, el sistema capitalista muestra una inestabilidad fundamental que le es imposible eludir. Porque la producción para el lucro, por su misma naturaleza, no puede permitir jamás una participación suficiente en los bienes u oportunidades de la enorme población de trabajadores que ha hecho surgir para poder suministrar una prosperidad continua. Los períodos de auge son seguidos por depresiones cada vez más severas. Por lo tanto, la relación de la ciencia con la historia de este período no se limita a su papel como fuerza productiva. Al mismo tiempo que se van desarrollando los procesos productivos, comienza a tomar forma la nueva organización de la sociedad que, en el sistema capitalista, está basada en el intercambio comercial por medio del dinero, con su énfasis en la libertad y en la empresa individual, en contraste con el *status* fijo y la responsabilidad social de la Edad Media. Esta nueva organización social, limitada por la división en clases y en países, lo mismo que por su propósito principal de obtener ganancias, requería de un nuevo conjunto de ideas para expresarse y justificarse. Estas ideas las encontró, en gran medida, en los métodos

³⁷Cf *Ibid.*, p. 515.

y resultados de las nuevas ciencias, las cuales, a su vez, recibieron una influencia profunda de las ideas sociales predominantes en la formulación de sus teorías.

Es así como surgen los sistemas filosóficos e ideológicos que intentan la organización de la sociedad. Es notable la cantidad de doctrinas filosóficas que se desarrollan para explicar y regular los movimientos sociales. Sólo por mencionar algunas de ellas tenemos que, en el siglo XIX, llamado el "siglo de la cuestión social", se desarrollan, entre otras³⁸, la filosofía hegeliana, el socialismo utópico, el materialismo científico-natural, la derecha y la izquierda hegelianas, el marxismo, el empiriocriticismo, los orígenes del existencialismo, etc.

Todos estos sistemas surgen como producto de los grandes cambios sociales que ocurren a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, principalmente la Revolución Industrial y la Revolución Francesa. En particular, había que ordenar y garantizar el predominio de la clase social que había entrado en escena: la burguesía.

Dado el papel que para entonces había adquirido la ciencia como fuerza productiva, el conocimiento científico resultaba idóneo para ser utilizado como argumento para justificar el sistema social del capitalismo, e intentar darle una estabilidad que en esencia no posee.

Uno de los primeros sistemas filosóficos de la sociedad industrial y que adquirió gran importancia por las doctrinas que de alguna manera se derivan de él, fue la doctrina del positivismo desarrollada por Augusto Comte (1798-1857). Es una interpretación idealista de la ciencia, en la cual ésta es utilizada por primera vez como discurso del poder.

Comte tenía la convicción de que él poseía la clave para organizar idealmente a la sociedad. Dicha clave consistía en la aplicación de lo que llamó el método *positivo* de la ciencia. El arribo del hombre al estado positivo o científico, después de haber superado los estados teológico y metafísico, permitiría la organización adecuada

³⁸Cf. F. Larroyo, "Estudio introductivo" a *La filosofía positiva* de A. Comte, Edit. Porrúa, S.A., México (1979) p. XIII.

de la sociedad. Esta debía seguir los métodos y los lineamientos generales de la ciencia para ser organizada eficazmente y avanzar hacia el progreso. Comte establece una fórmula enciclopédica que determina el siguiente orden en las ciencias (de acuerdo a su generalidad, de mayor a menor, y de acuerdo también al orden en el que dichas ciencias se fueron conformando como tales): la astronomía, la física, la química, la fisiología y la física social (o sociología), Así, la sociedad debía ser organizada a imagen y semejanza de la ciencia. Los encargados de tal trabajo debían ser los científicos; los que habían y estaban mostrando su eficacia en la industria y en los procesos que se estaban dando en la época*. Las ideas de Comte a este respecto están contenidas en su obra "Plan de los trabajos científicos para reorganizar la sociedad"³⁹. Aquí Comte comienza por señalar la incapacidad y el caos reinante en la sociedad:

Habiéndose demostrado que es imperfecto el espíritu con que los pueblos y los reyes han concebido hasta el presente la reorganización de la sociedad, debe necesariamente concluirse que unos y otros han procedido mal en la formación del plan de reorganización. Esta es la única explicación posible de un hecho semejante, pero es importante establecer este aserto de una manera directa, especial y precisa.

La insuficiencia de la opinión de los reyes y de la de los pueblos prueba la necesidad de una doctrina nueva verdaderamente orgánica, la única ca-

*Un reflejo de esta posición aparece hasta nuestros días, cuando algún gobierno, tratando de convencer a la opinión pública de lo necesario de alguna medida a tomar, hace aparecer en los medios de información (de preferencia en la televisión, que parece ser un medio muy adecuado) a un experto o grupo de expertos que habrán de convencernos de la necesidad de tal medida, por dolorosa o difícil que ésta sea.

³⁹A. Comte, *La filosofía positiva*, op. cit., p. 9.

paz de terminar con la crisis terrible que atormenta a la sociedad. El examen de la manera de proceder que ha llevado a una y otra parte a estos resultados imperfectos, señalará igualmente la marcha que debe ser adoptada para la formación y para el establecimiento de la nueva doctrina, y qué fuerzas sociales son las llamadas a dirigir esta gran tarea.⁴⁰

Más adelante continúa:

La multiplicidad de las pretendidas constituciones creadas por los pueblos desde el comienzo de la crisis, y la minuciosidad excesiva de la redacción que se encuentra más o menos en todas, serían bastante por sí solas para demostrar, con plena evidencia, a todo es píritu capaz de juzgarlas, cómo se han desconocido has ta ej presente la naturaleza y la dificultad de la for mación de un plan reorganizador.⁴¹

A diferencia de la concepción materialista que considera a la ciencia, y en general a la teoría, como una forma del conocimiento de la realidad y que luego estas ideas respecto a la realidad se pueden llegar a objetivar y materializar en el proceso productivo, como es el caso del conocimiento científico, tenemos la concepción idealista de Comte que nos dice lo siguiente:

Tratando de precisar por qué se ha desconocido la naturaleza de este trabajo, nos encontramos que ha sido por haber considerado como puramente práctica una empresa esencialmente teórica.[...]

Por no haber adoptado esta división fundamental, o, en otros términos, por haber fijado exclusivamente su atención sobre la parte práctica, es por lo que los pueblos han sido conducidos en forma natural a concebir la reorganización social según la errónea doctrina[...]. Todos sus errores son la consecuencia de esta gran desviación primitiva. Fácilmte puede establecer

⁴⁰ *Ibid.* (El subrayado es nuestro).

⁴¹ *Ibid.*

se este proceso.⁴²

Así mismo, Comte es muy claro al declarar el fin que debe perseguir la sociedad:

El fin militar era el del antiguo sistema; el fin industrial es el del nuevo.⁴³

La división que Comte hace de trabajo teórico y trabajo práctico es equivalente a la división correspondiente de clases, sólo que el desarrollo de la civilización no depende de la lucha entre ellas sino de su *armonía*:

Desde el punto de vista filosófico, puede verdaderamente medirse el grado de civilización de un pueblo por el grado en que se encuentra desarrollada la división de la teoría y de la práctica, combinado con el grado de armonía que entre ellas exista. Porque el gran medio de la civilización es la separación de los trabajos y la combinación de los esfuerzos.⁴⁴

Finalmente, señala la clase social a la que le corresponden los trabajos de reorganización:

La naturaleza de los trabajos a ejecutar indica por sí misma, lo más claramente posible, a qué clase corresponde emprenderlos. Siendo teóricos estos trabajos, está claro que los hombres que hacen profesión de formar las combinaciones teóricas seguidas metódicamente, es decir, los sabios ocupados en el estudio de las ciencias de observación, son los únicos que llenan las condiciones necesarias por el género de capacidad y de cultura intelectual [...].

Así pues, es el conjunto del cuerpo científico el que

⁴²Ibid.p.11.

⁴³Ibid.p.12.

⁴⁴Ibid.p.14.

está llamado a dirigir los trabajos teóricos generales cuya necesidad acaba de comprobarse.⁴⁵

Comte resume con las siguientes conclusiones:

Así, con exclusión de todas las otras clases, los sabios poseen hoy los dos elementos fundamentales del gobierno moral: la capacidad y la autoridad teóricas.⁴⁶

y que

[...] hoy en día los sabios deben elevar la política al rango de las ciencias de observación.⁴⁷

Es así como Augusto Comte utiliza a la ciencia, haciendo de ella una interpretación idealista, como el discurso del poder de la burguesía. Mediante su teoría de los tres estados, asegura que la ciencia tiene la clave para organizar a la sociedad, ya que es el máximo estado al que puede llegar el desarrollo humano. Afirma con ello, que es el único conocimiento cierto aquel que se obtiene de las ciencias y los métodos de observación, pues de esa manera es como son superados los estados teológico y metafísico. Una conclusión que suelen extraer los positivistas de esto último es que la ciencia tiene un carácter neutro y que no está contaminada de elementos ideológicos; siendo, como hemos visto, que esta misma afirmación encierra en sí una ideología que se niega a sí misma.

En la segunda mitad del siglo XIX se desarrollan doctrinas conectadas con el positivismo comtiano -conectadas, por lo menos, en sus aspectos fundamentales de rechazo a la metafísica y de la importancia que se atribuye a las impresiones sensoriales en la obtención del conocimiento. A principios del siglo XX, cuando el sistema capitalista sufre su

⁴⁵Ibid., p.17.

⁴⁶Ibid., p.19.

⁴⁷Ibid., p.22. (El subrayado es del original).

primera gran crisis (Primera Guerra Mundial, Revolución Rusa), surge el Círculo de Viena apoyados en las ideas de Bertrand Russell, G.E. Moore y Ludwig Wittgenstein.

La filosofía del Círculo de Viena pertenece a la vertiente de la filosofía crítica. Dos son sus características principales: su rechazo a la metafísica y el análisis lógico del lenguaje. En consecuencia, consideran como conocimiento verdadero solamente aquel que es empíricamente verificable; para ello cuentan con los instrumentos de la ciencia (impresiones sensoriales en última instancia). Mediante el análisis lógico del lenguaje ellos pretenden demostrar que los problemas tradicionales de la filosofía son simplemente sin sentido, ya que los elementos que constituyen los enunciados de la filosofía tradicional son esfuerzos dirigidos a la finalidad -absurda, según los neopositivistas- de expresar el contenido de la cualidad pura (la "esencia" de las cosas) mediante conocimientos; en otras palabras, la absurda finalidad de "expresar lo inexpresable".

Los fundamentos de las tesis expuestas por los neopositivistas están contenidas en el libro de Wittgenstein, el *Tractatus Logico-Philosophicus*⁴⁸. Hablando de una manera muy sucinta y general diremos que en esta obra Wittgenstein sostiene que la realidad y el lenguaje tienen la misma estructura (esto es algo que, según la terminología de Wittgenstein, no puede ser dicho, sino sólo mostrado). No se trata, por cierto, del lenguaje común y corriente que utilizamos en la vida cotidiana, sino de un lenguaje perfecto que es posible construir mediante el análisis lógico.

Uno de los fundamentos del positivismo del Círculo de Viena es su criterio empirista de significado. Aquí Wittgenstein es falseado, ya que en la proposición 4.024 dice: "Entender una proposición quiere decir, si es verdadera, saber lo que acaece". Esto es, si la proposición es verdadera entonces acaecerá, lo cual no es lo mismo que "lo que acaece es verdadero". Y es en este último sentido como ma

⁴⁸L. Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus*, Alianza Editorial, Madrid (1981).

nejan el criterio empirista los neopositivistas. Pongamos un ejemplo: El antiguo *horror vacuú* aristotélico. El hecho de que el líquido no salga por el orificio a menos que hagamos otro agujero, no significa -como sabemos- que el horror al vacío sea verdadero. Wittgenstein enuncia una proposición que es un criterio de *significación* (si algo es verdadero acaecerá) y no un criterio de *verificación* (si algo acaece es verdadero), y es en esta última forma como lo manejan los neopositivistas.

A Wittgenstein se le atribuyen cosas que nunca hizo. Entre otras se le califica de positivista, cosa que es falsa, pues si bien es cierto que su *Tractatus* era estudiado por los miembros del Círculo, él jamás quiso que se le reconociera como miembro. Como quiera que sea, el talante antimetafísico que Wittgenstein muestra en su libro es muy diferente del sostenido por los neopositivistas del Círculo de Viena.

Para los neopositivistas la ciencia debe estar constituida sólo por proposiciones que pueden ser calificadas o bien de verdaderas o bien de falsas. A la ciencia le corresponde determinar uno de estos valores, *estipulando el modo de verificación empírica de las proposiciones*.

Resumiendo en lo que respecta a las proposiciones, diremos que el sentido de una proposición radica -según los neopositivistas- en su método de verificación. Una proposición afirma sólo aquello que es verificable en relación a ella. Así, una proposición, cuando dice algo, solamente puede enunciar un hecho empírico. Si hay algo fuera de lo experimentable no puede ser dicho, ni planteado y ni siquiera pensado.

El proyecto del Círculo de Viena no difiere esencialmente del comtiano en cuanto que ambos tratan de sostener la visión del mundo que posee la clase social en el poder. Es muy significativo, por ejemplo, que Bertrand Russell haya sido de los que creían que la paz quedaría mejor asegurada con la victoria de los Estados Unidos mediante armas atómicas. Prefería la guerra fría porque le parecía peor la alternativa del comunismo*.

*Más tarde, en 1954, Russell se dio cuenta de la potencialidad mortífera de la bomba de hidrógeno y de que fácilmente podía significar la destrucción del mundo. Entonces hizo llamamientos pacifistas, apoyado por científicos famosos.

Vemos, entonces, cómo el neopositivismo, que tanto influenció a la mecánica cuántica, está vinculado con una forma de ver el mundo, con una posición filosófica e ideológica; lo mismo también para cualquiera de las otras interpretaciones de la mecánica cuántica.

Podemos finalizar este trabajo enfrentando una vez más dos concepciones sobre la ciencia. Una de ellas es la que sostiene que el desarrollo "natural" de la ciencia conducirá automáticamente al beneficio general de la humanidad. Esta es la posición que viene a resultar en la irresponsabilidad científica. La otra posición plantea que la ciencia no es neutra, que es un resultado de la forma en que el hombre considere a la realidad externa, es una ciencia vinculada estrechamente con concepciones ideológicas y filosóficas. En este sentido, la orientación y caminos que haya de seguir la ciencia, deberán buscarse fuera del ámbito estrictamente científico. Bertolt Brecht lo señala así en su obra *Galileo Galilei*:

¿Para qué trabajáis? Yo sostengo que el único propósito de la ciencia es aliviar la dureza de la existencia humana. Si los científicos, intimidados por el egoísmo de quienes se encuentran en el poder, se contentan con amasar conocimiento por conocimiento, entonces la ciencia puede llegar a encontrarse mutilada, y vuestras nuevas máquinas no serán más que instrumentos de opresión. Con el tiempo se puede descubrir todo lo que tiene que descubrirse, y vuestro progreso no será sino un alejarse de la humanidad. El abismo que os separe de ellos puede que sea tan grande un día que vuestro grito de júbilo ante algún nuevo descubrimiento sólo será contestado con un grito universal de espanto... Tal como se plantean las cosas ahora, lo mejor que puede uno esperar es asistir a una carrera de enanos ingeniosos que pueden alquilarse para hacer cualquier cosa.