

CAPÍTULO I

RACIONALISMO-EMPIRISMO

(BINOMIO METAFÍSICO)

## Introducción

Dentro de la amplia literatura contemporánea que aborda la relación filosofía-ciencia o ciencia-filosofía, apareció en la década de los cincuenta -en lengua inglesa- la obra titulada *La filosofía científica* del prestigiado filósofo y hombre de ciencia alemán Hans Reichenbach, obra que ha sido publicada en español en diferentes oportunidades. En ella se sustentan juicios que en lo particular no compartimos en su totalidad, -se parte aquí de la tesis de la necesidad de la científicidad de la filosofía- pero la consideramos útil para nuestra investigación, porque caracteriza de manera sencilla y clara, la naturaleza, método y modos de funcionamiento de la ciencia empírica, así como las relaciones de ella con la filosofía.

Para Reichenbach la llamada ciencia moderna posee como atributos propios que la representan en el contexto universal, los de:

- a) generalización
- b) capacidad de explicación
- c) la búsqueda incesante de la certeza (1).

El primero de éstos consiste en que la ciencia está constituida por conocimientos, asertos o leyes que tienen la misma validez para cualquier fenómeno dentro del rango del que se trate, es decir; que una ley auténticamente científica no puede ser válida sólo en algunos casos sino para la mayoría o la totalidad de ellos.

Así, la primera ley del movimiento de Newton puede ser un claro ejemplo - entre muchos- de esta característica, cuando se dice:

“Un cuerpo en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme continuará en reposo o movimiento rectilíneo o uniforme a menos que actúe sobre él una fuerza externa” (2).

Cuando se hace alusión a esta ley, lo que debe interpretar no es la referencia a un sólo cuerpo en reposo o movimiento, sino al tipo de cuerpos que reúnan las características mencionadas en la ley. La generalización nos conduce así a la idea de que un conjunto finito de eventos comprobados en donde se observa su desenvolvimiento y se llega a determinadas situaciones, es posible esperar resultados similares siempre que prevalezcan circunstancias semejantes. De tal manera que en muchas ocasiones los científicos ya no requieren realizar experimentos para comprobar un determinado evento, simplemente se atienen a la analogía de las condiciones del surgimiento y desarrollo de dichos eventos y lo comparan con otro ya debidamente validado. Así la generalización permite extender la validez de los eventos comprobados hacia aquellos que, sin estarlo, observan contenido y formas semejantes.

Mediante la generalización, el científico busca encuadrar las experiencias particulares de las que parte, con teorías debidamente validadas de tal suerte que al encajar estas experiencias, aquellas queden automáticamente legitimadas por las leyes o teorías que las abarcan. Así por ejemplo cuando aseguramos: “los niños necesitan alimento para poder vivir”, sustentamos esta aseveración en la ley general de la conservación de la energía, dado que los niños consumen energía

mediante las actividades que desarrollan y ésta necesariamente tiene que ser restituida mediante la ingesta. Así, de un hecho particular -la necesidad de alimentación de los niños- podemos proceder a la generalización del mismo y a asegurar que no sólo los niños sino cualquier ser humano o más aún cualquier ser vivo necesita alimentarse para poder sobrevivir. Todo esto encuadra correctamente en la ley antes mencionada.

La explicación es otra de las características propia de la ciencia, de tal manera que se puede señalar que una ciencia que no explica simplemente no es ciencia. La explicación consiste en el desentrañamiento de la naturaleza de un fenómeno, en apropiarse teórica y prácticamente de ese objeto de estudio y poder dar cuenta de él. de estas manera la explicación supone el manejo adecuado de conceptos, leyes y procedimientos propios de la ciencia, que amalgamados con los datos que por vía de la observación, la medición y la experimentación, integran una explicación estricta teórica y empírica.

La explicación procede por la generalización y exige amplia observación y actitud crítica de parte del científico investigador, pues mientras más amplio sea el ámbito de la generalidad al que aspire, mayor deberá ser la cantidad de material objeto de observación y desde luego, la dosis de agudeza crítica.

Paralelamente a sus importantes logros, la ciencia empírica en el proceso de estar dando cuenta de la realidad, busca incesantemente la mayor certidumbre posible y trata por todos los medios de lograrla. El hombre de ciencia busca por todos los medios de abonar los elementos con los que cuente hasta obtener la

absoluta certeza en el ámbito de su objeto de estudio o área de conocimiento. No obstante no se puede afirmar que mediante la ciencia se pueda obtener la verdad absoluta, o la verdad última respecto de algún dominio cualquiera de la realidad, pero sí podemos afirmar que la pretensión de los científicos es avanzar hacia éstas, es decir, si ya se tiene por ejemplo una teoría debidamente demostrada habrá que buscar fundamentos cada vez más profundos y más concluyentes.

Así desde la ciencia se va prefigurando un modelo de abordaje de la realidad que se compromete cada vez más con los recursos científicos; teorías, leyes, experimentos y fórmulas, etc. y cada vez menos con la realidad material en la que están insertos los científicos y la ciencia misma.

Los hombres de ciencia de nuestro tiempo se manejan con la idea de que solamente con la intervención de ellos es posible conocer la verdad de un determinado evento o fenómeno y de ninguna otra manera. Así de esta manera, “arropados” con los éxitos de su empresa los hombres de ciencia obtienen reconocimiento no sólo de la comunidad científica a la que pertenecen sino de la sociedad en general. Este reiterado reconocimiento, poco a poco les va creando la imagen de infalibilidad en demérito proporcional y directo del hombre de la calle con sentido común.

Bajo estas condiciones, los problemas comunes de la gente ordinaria no son dignos de consideración ni son abordados por los hombres de ciencia. De la misma manera, los procedimientos no científicos son descartados a-priori. pero la realidad diaria nos muestra que el mundo no está conformado por entidades

perfectas ni acabadas y que por ello deban ser objeto de análisis con los más refinados instrumentos, sino que por el contrario el mundo está plagado por entidades finitas en constante proceso de cambio y transformación, por lo que su explicación en todos los casos no será última ni definitiva, cual es la presunción de los hombres de ciencia.

Es necesario, por tanto, buscar la manera de constituir formas alternativas de vinculación de la ciencia y la realidad que sin dejar de lado la idea de precisión y certeza, se retome el cause de las necesidades humanas, como guía para la resolución de las mismas como meta por alcanzar.

El abordaje de la realidad debe darse en un marco de mayor apertura por parte de los científicos y la ciencia, pues si bien es cierto que hay eventos del mundo que deben ser analizados con todo el rigor de los cánones científicos, algunos otros deberán serlo desde una perspectiva orientada hacia la comprensión del evento en cuestión más que a su explicación analítica. Se impone así como absolutamente necesario el reconocimiento de la existencia de problemas que no son susceptibles -en todos los casos- de ser abordados al símil que los problemas de la naturaleza, o los que resuelven las matemáticas y la física. Este nuevo rango de problemas se presentan en la sociedad y en un contexto específico y pueden ser entre otros: problemas sociales, económicos, políticos y desde luego, los que plantea la educación.

Dicho lo anterior, es conveniente señalar que si bien la ciencia tiene una larga historia que refleja la alternancia de problemas y soluciones, es en el

presente siglo donde se han concentrado logros de etapas anteriores que amalgamados con nuevos descubrimientos y desarrollos, nos dan la pauta para hablar de lo que hoy conocemos como ciencia moderna, ciencia empírica, etc. Así, podemos decir que en su génesis convergen un conjunto importante de factores o elementos de diferente índole, un tipo de ellos serían los de orden académico entre los que podemos citar como premisa absolutamente indispensable la vinculación y la complementación de dos sistemas filosófico-científicos aparentemente antagónicos entre sí -pero a nuestra manera de ver complementarios- racionalismo y empirismo. La ciencia moderna no puede concebirse unilateralmente sólo con elementos de carácter racional o teórico, ni tampoco tan sólo como un conjunto organizado de experiencias sino como la vinculación de ambos elementos en interrelación recíproca.

Analicemos con el mayor detalle posible cada uno de estos elementos y sus correspondientes doctrinas, para de ser posible establecer su relación en el surgimiento y desarrollo de la ciencia empírica.

## 1. Racionalismo

A la clase de filosofía que ve en el pensamiento, en la razón la fuente principal del conocimiento humano se le llama Racionalismo. Según esta posición un conocimiento puede hacerse acreedor de este nombre sólo cuando nuestra razón juzga que así debe serlo y no de otra manera (3).

El racionalismo supone que los diferentes juicios sobre el mundo, para ser considerados válidos, debe reunir dos características fundamentales:

- a) poseer necesidad lógica y al mismo tiempo
- b) validez universal.

Es decir, que tales juicios debe estar fundados en reglamentos y leyes propias de la razón -no de la realidad material-, y que al mismo tiempo deben tener vigencia universal, esto es; ser válidos en todos los lugares y en todos los tiempos por ejemplo, el juicio: “el todo es mayor que la parte” es absolutamente coherente desde el punto de vista lógico y -desde luego- será necesariamente vigente siempre. El tipo de conocimientos considerado como modelo de racionalismo es el conocimiento matemático, pues éste es predominantemente conceptual y deductivo, además se constituye a partir de un conjunto de axiomas y conceptos fundamentales de los cuales se pueden derivar todos los demás. Peano lo señala así refiriéndose a la constitución de la matemática:

- “a) 1 es un número
- b) el sucesor de cualquier número es un número
- c) no hay dos números que tengan el mismo sucesor
- d) 1 no es sucesor de ningún número
- e) cualquier propiedad que pertenezca a 1 y así mismo al sucesor de cualquier número que la posea, pertenecerá a todos los números” (4).

Para Peano, con estas cinco normas y otras cuatro referidas al problema de la igualdad, tiene la base y el fundamento para la construcción legítima de la matemática. Con la posesión y manejo de estos elementos, los pasos siguientes serán solamente cuestión de inferencia y de derivación hasta cierto punto mecánica. Es decir, la matemática se construye siguiendo un procedimiento que no está necesariamente de frente al mundo material, sino que para el caso basta tener un conjunto finito de proposiciones válidas y un conjunto -finito también- de reglas de formación y transformación de esas proposiciones en otras. Así la matemática se construye deductivamente siguiendo los requerimientos formales de la razón y no necesariamente los de la realidad empírica.

Siguiendo el esquema que se viene perfilando, nos encontramos que para este modelo de conocimiento el mundo material no es definitivo, pues lo que verdaderamente vale es la dimensión cuantitativa de la realidad legitimada por la razón. La matemática se constituye así, además en ciencia de la cantidad, “en ciencia que obtiene conclusiones necesarias”. Es decir, solamente la verdad y punto.

Revisando la historia del pensamiento formal, nos encontramos que la manifestación más antigua de este tipo de planteamiento lo encontramos en Platón y antes que éste en Pitágoras.

### **1.1. El racionalismo pitagórico**

El pitagorismo identificado como un movimiento religioso y filosófico, nos presenta una aproximación a la idea de pensamiento racional desde dos importantes puntos de vista. El primero de ellos tiene que ver con una concepción de la realidad a nivel de contemplación, en donde la filosofía se convierte en propedéutica, es decir, en preparación mental y física en aras de encontrar la causa principio explicadora de la realidad física, esta contemplación implica que el hombre ejerza una indagación de carácter intelectual puramente abstracta. Esta actividad intelectual de carácter abstracto, conduce a los pitagóricos a concebir el origen del mundo y de todas las cosas paralelo al origen de los números, constituyéndose éstos en la causa que explica la existencia del mundo real. El número representa la determinación de lo indeterminado y la limitación de lo ilimitado, se presenta así como la clase de explicación de las cosas que representa (5).

La explicación y el origen del mundo como la presenta Pitágoras, refleja el hecho de que si bien los números y las cosas materiales surgen unívocamente debiéndose unos a los otros y los otros a los unos, no puede ser captado ni mucho menos explicado por la vía de los sentidos, sino que representa una actividad estrictamente inteligible propia de la razón. A partir del momento en que lo

limitado limita a lo ilimitado y aparece el mundo y todas las cosas, a la par que los números y las relaciones numéricas se inicia el establecimiento de relaciones inferenciales entre el mundo real y los números o las relaciones numéricas que los representan. Es decir, se van prefigurando dos perspectivas desde las cuales se puede considerar el análisis de la realidad; la primera es cambiante y la segunda es eterna e inmutable. Llegándose así a la idea de que lo importante no es la cosa en sí sino el modelo de ella, pues al fin y al cabo con éste se puede reconstruir o remodelar lo real.

Desde este punto de vista, se inicia un proceso de legitimación de la representación abstracta y teórica de la realidad, que más tarde buscará autonomizarse en forma definitiva del mundo real y objetivo. A partir de este planteamiento, el mundo se explicará desde la teoría representada en grafos numéricos y de las relaciones entre ellos. Desde aquí observamos que se va perfilando la idea de considerar al número como el modelo ideal de lo real, aquello que no sufre alteraciones ni modificaciones, aquello que tiende hacia la armonía (6). Los números y las relaciones numéricas se ponen por encima de cualquier evento objetivo del mundo y se postulan como su modelo a seguir.

## **1.2. La concepción racionalista de Platón**

Platón ante la evidencia de que el mundo material es cambiante y contradictorio, se convenció de que no podría encontrar la verdad última de él, porque supone la existencia de un mundo suprasensible donde habitan las ideas, que son a su vez los modelos de las cosas empíricas. Este modelo suprasensible

representa a la perfección que no tienen las cosas del mundo contingente y solamente es explicable por un tipo de conocimiento superior, al que llama conocimiento matemático. Éste no tiene que ver absolutamente nada con las cosas terrenales, su constitución es abstracta y sus resultados apodícticos.

Dice Platón:

“Y así cuando alguien utiliza la dialéctica y prescinde en absoluto de los sentidos, pero no de la razón para elevarse a la creencia de las cosas y no cesa en su empeño hasta alcanzar por medio de la inteligencia lo que constituye el bien en sí llega realmente al término mismo de lo inteligible” (7).

Aquí Platón pone de manifiesto la mayor dignidad del conocimiento que se obtiene por medio de la razón, dado que el mismo está más allá del cambiante mundo material que se consigue por intermedio de los sentidos.

Así mismo en la llamada teoría de las ideas, Platón concibe a esta doctrina como un intento para explicar la naturaleza de la verdad matemática. Allí la visión de las ideas se considera como una fuente de conocimiento comparable a la observación de los objetos reales (8). Así ante la desconfianza que Platón tiene sobre los sentidos como generadores de conocimientos, acude a las matemáticas como única fuente admisible de la verdad. El ideal de la completa matematización del conocimiento y de una física que sea del mismo tipo que la geometría permea su discurso, pues según él la verdad geométrica es producto de la razón (9), ello le da una categoría superior respecto a la verdad empírica, que se obtiene por la

generalización de un gran número de ejemplos. El conocimiento geométrico es producto de la mente, no de la observación.

En el *Fedón* se señala lo siguiente:

“Los argumentos derivados de probabilidades son falsos” (10).

Aquí lo que Platón plantea es la necesidad de la certeza absoluta, no la seguridad inductiva que los físicos modernos consideran como única meta posible. Y la geometría proporciona reglas que son válidas para todos los cuerpos y figuras geométricas y no sólo para algunas de ellas. Por lo que la verdad geométrica es universal.

De igual manera Platón reclama a los astrónomos de su época el tiempo que perdían observando el cielo y las estrellas, cuando en donde deberían buscar es en las leyes de la razón, pues nada que sea de naturaleza sensible será objeto de la ciencia.

Las matemáticas se le presentan así a Platón como la forma suprema del conocimiento.

En el libro séptimo de *La república* señala:

“El conocimiento si no es de forma matemática, no es conocimiento” (11).

Así, para Platón, será inútil tratar de demostrar la ilegitimidad del conocimiento inductivo, pues este tuvo que haberse producido mediante la intervención de cualquiera de los diferentes sentidos humanos y éstos por definición pueden falsear la realidad. En consecuencia, todo aquello que esté constituido por una facultad mayor en dignidad, podrá ser considerado como conocimiento legítimo, ésta será la razón y éste el conocimiento matemático.

### **1.3. Racionalismo y geometría**

Otro elemento a considerar en esta caracterización, es el de la geometría como ciencia deductiva, en su funcionamiento se maneja con la utilización de reglas genéricas que subsumen las variedades específicas de los cuerpos o figuras a estudiar (12).

Para sustentar esto, enunciemos rápidamente los elementos básicos constitutivos de la geometría elemental y su funcionamiento:

- “a) En primer lugar, un conjunto de proposiciones que se habrán de dar por verdaderas sin necesidad de demostración (axiomas).
- b) Un conjunto de proposiciones que se derivan de las anteriores.
- c) que el proceso de derivación habrá de ser llevado a cabo sin dar por supuestas otras aserciones geométricas de las tomadas como primitivas “ (13).

Mediante este grupo o conjunto de reglas, se constituye un patrón de demostración formal que tiene como referente, no al mundo empírico sino fórmulas, figuras y proposiciones a propósito de él.

Este último elemento es a nuestra manera de ver, el más importante para los propósitos de nuestro trabajo, pues el análisis de la elaboración de un sistema deductivo y racional, nos llevará a tomar en consideración las nociones de implicación y consecuencia lógica, nociones centrales de los modernos sistemas de explicación de orden racional. Así, junto a la consideración de un sistema deductivo en la geometría, nos encontramos como situación muy significativa la de que esta ciencia se ocupa de proposiciones generales, sin consideración específica de lo particular (14). Esto nos conduce a las siguientes conclusiones preliminares: la geometría como la lógica se ocupa, por lo general y formal, más que por lo particular y los contenidos significativos de ello.

#### **1.4. El racionalismo de Kant**

De lo que hemos analizado en los apartados anteriores podemos inferir y fundamentar, que el modelo de conocimiento matemático representa el prototipo de conocimiento racionalista y la forma que asume más nítidamente, lo es precisamente la demostración matemática. Es Emmanuel Kant (1724-1804) el creador de un sistema que recoge sintéticamente los elementos racionalistas desde la antigüedad hasta su tiempo, al postular la existencia de un conjunto de conceptos categoriales producto de la razón, por medio de los cuales se construye

el conocimiento apodícticamente cierto. Estos conceptos Kant los llamó juicios sintéticos a-priori.

Para explicar su concepción del conocimiento y la ciencia, Kant maneja dos pares de conceptos con los cuales se puede dividir o clasificar los eventos del universo. La primera pareja -diremos con Kant- son juicios que son válidos antes de la experiencia, los segundos tienen validez después de ella.

En la *Crítica de la razón pura* señala:

“Es, pues, por lo menos, una cuestión que necesita de una detenida investigación y que no ha de resolverse a primera vista, la de si hay un conocimiento semejante independiente de la experiencia y aún de toda impresión de los sentidos. Esos conocimientos llamanse a-priori y se distinguen de los empíricos que tienen sus fuentes a-posteriori, a saber en la experiencia” (15).

Los juicios a-priori requieren además de ser necesarios, ser válidos universalmente, así:

“Si se encuentra una proposición que sea pensada al mismo tiempo con su necesidad, es entonces un juicio a-priori; si además no está derivada de ninguna otra que no sea valedera como proposición necesaria, es entonces absolutamente a-priori. En segundo lugar, la experiencia no da juicios de universalidad verdadera o estricta” (16) y

“La universalidad empírica es pues un momento arbitrario de la validez que de ser para todos ellos... necesidad y universalidad estricta son pues señales seguras de un conocimiento a-priori y están inseparablemente unidas” (17).

El a-priori kantiano con su universalidad y necesidad preside la naturaleza del conocimiento matemático, si se quiere -dice Kant- un ejemplo sacado de las ciencias, no hay más que fijarse en las proposiciones de las matemáticas; todo cambio tiene una causa por lo que la razón nos induce a aceptar la existencia de causas para todos los fenómenos, aún cuando éstas no sean evidentes a los sentidos y sean aprehendibles únicamente por la vía intelectual.

De los juicios a-posteriori concédasenos, por ahora, sean admitidos con la breve definición señalada arriba, a saber; “son los que se fundan en la experiencia” (18).

La segunda pareja de conceptos, es la de los llamados juicios analíticos y juicios sintéticos, en la que los primeros se refieren a una realidad en donde el sujeto de una proposición contiene ya al predicado, por lo que no agrega nada a lo que de suyo ya está concebido y contenido en el sujeto, por ejemplo: “la esfera es redonda”, aquí el predicado “redonda” ya está contenido en el sujeto “esfera”. Este tipo de juicios no explica algo de la realidad, sólo lo reitera. Los llamados juicios sintéticos, son aquellas proposiciones en donde el predicado agrega algo nuevo a lo que ya se sabe del sujeto, por ejemplo la siguiente proposición: “los hombres son sabios”, en donde la sabiduría que se predica de “hombres”, no está necesariamente contenida en éstos, por lo que este tipo de juicios sí aportan información sobre la realidad objeto de estudio. Kant consigna esta diferenciación (19).

Así mismo señala:

“En todos los juicios en donde se piensa la relación de un sujeto con el predicado, esa relación es posible de dos maneras: o bien el predicado B pertenece al sujeto A como algo contenido en ese concepto A, o bien, B está enteramente fuera del concepto A, si bien en enlace con el mismo. En el primer caso llamo un juicio analítico, en el otro sintético. Los juicios analíticos son pues aquellos en los cuales el enlace del predicado con el sujeto es pensado mediante identidad. Aquellos empero en que este enlace es pensado sin identidad deben llamarse juicios sintéticos” (20).

“En todas las ciencias teóricas de la razón están contenidos juicios sintéticos a-priori”. Apoyémonos en esta aseveración de Kant para dar pie a la explicación de los llamados “juicios sintéticos a-priori”. Como se podrá observar se integran aquí elementos de las dos parejas de juicios que señalamos antes (21). En primer lugar los juicios de la ciencia tendrán que aportar explicación sobre su objeto de estudio por lo que su predicado no estará contenido en el sujeto. de esta suerte estos juicios no serán analíticos sino sintéticos. por otra parte, estos mismos juicios de la ciencia tendrán que ser a-priori en tanto que no dependen directamente de la experiencia particular que hayamos tenido sobre un evento determinado de la realidad, sino que se han constituido con los elementos y esquemas que proporciona la razón para ello, por lo tanto no se ha tenido la experiencia de lo que se sentencia:

“Hay que hacer notar ante todo, que las proposiciones propiamente matemáticas, son siempre juicios a-priori y no empíricas, pues llevan consigo necesidad, la cual no puede ser derivada de la experiencia” (22).

Esto nos conduce necesariamente a un replanteamiento de la filosofía de Kant, en tanto que él trata de construir una posición crítica en donde todo se someta al examen de la crítica incluyendo la razón misma:

“La crítica de la razón conduce pues, en último término necesariamente a la ciencia; el uso dogmático de la misma, sin crítica, conduce en cambio a afirmaciones que carecen de fundamento frente a las cuales se pueden oponer otras igualmente ilusorias” (23).

Los juicios de que está constituida la ciencia son producto de la crítica de la razón sobre la experiencia y sobre sí misma, son juicios sintéticos a-priori (24). De esta manera aunque la experiencia, o los datos que provengan de ella no son desconsiderados absolutamente por Kant, sí en cambio son relegados a un segundo término en razón de que aunque en sí estas experiencias pueden ser muy valiosas, no se pueden autoinstituir en la explicación del mundo si no están guiadas y organizadas por la razón.

Como ya señalamos, la ciencia presupone la síntesis a-priori. En su obra principal *Crítica de la razón pura*, Kant muestra su propósito de hacer de la razón la fuente de un conocimiento sintético a-priori, para establecer de este modo como una verdad necesaria en el terreno filosófico, a las matemáticas y a la física de su tiempo (25). La razón organizadora asume aquí la forma de juicios sintéticos a-priori, los cuales a su vez se ostentan como condiciones necesarias de la experiencia. En la llamada prueba de la deducción trascendental de los juicios sintéticos a-priori (26), Kant señala que la organización del conocimiento depende

del uso de ciertos principios de la causalidad y de la conservación de la masa que son innatas en la mente humana y que empleamos como principios regulativos en la construcción de la ciencia.

Como se podrá advertir, pretende haber encontrado lo sintético a-priori, en los principios de las matemáticas, particularmente en los axiomas de la geometría.

Hasta aquí, hemos tratado de caracterizar al racionalismo, como un conjunto de doctrinas filosóficas que tienen como común denominador la confianza absoluta en los procedimientos y recursos de la razón para la determinación de creencias o técnicas en un campo determinado. Si bien esta panorámica que presentamos está reducida a tan sólo unos pocos pensadores, para nosotros y los propósitos de nuestro trabajo son suficientes en tanto que nuestra pretensión es realizar una exposición paradigmática del racionalismo y al mismo tiempo evidenciar que la ciencia contemporánea está constituida en gran parte - aunque no exclusivamente- con planteamientos de este orden.

Por otra parte, el racionalismo históricamente hablando ha contado con las valiosas aportaciones de pensadores como Descartes, Spinoza y Leibniz -entre otros- que contribuyeron y contribuyen aún al enriquecimiento y revitalización de esta filosofía, pero analizarlos en este trabajo escapa de nuestros propósitos inmediatos.

De todo lo que hemos señalado hasta ahora en este apartado, podemos concluir que el racionalismo como uno de los factores que constituyen la ciencia

moderna, representa el lado teórico y abstracto de ella y que por su misma naturaleza, tiende a alejarse del mundo empírico y a autovalidarse en el nombre de verdades construidas con axiomas apodícticamente válidos.

Sin embargo el racionalismo no es sino una cara y un factor de la ciencia; el otro es el empirismo, a cuya caracterización y naturaleza nos ocuparemos en el siguiente apartado.

## **2. Empirismo**

Existe un segundo tipo de posición esencialmente diferente de la expuesta en el apartado anterior. Ésta considera a la experiencia y no a las matemáticas como la fuente más apropiada del conocimiento, afirma que la observación sensible es la fuente primordial y juez último del conocimiento (27).

Esta posición sostiene con diferentes matices, la idea de que el conocimiento no procede en alguna forma de la razón sino de la experiencia.

En el *Ensayo sobre el entendimiento humano* Locke señala:

“La mente humana está completamente en blanco y es la experiencia la que va escribiendo en ella datos de las experiencias que tenemos de la realidad” (28).

En este argumento esboza uno de los elementos principales del empirismo, el de rechazar la existencia de las llamadas ideas innatas y con ello romper con

todo tipo de metafísica. El conocimiento no puede ser producto de elementos extraños a la experiencia que en sus diferentes grados los seres humanos podamos tener.

Como contraparte del racionalismo que tiene al conocimiento matemático como único modelo del conocimiento cierto el empirismo propone a las ciencias naturales como modelo a seguir, en ellas la experiencia representa el papel protagónico y la posibilidad de la comprobación de los hechos mediante cuidadosas observaciones. De estos elementos podemos proceder a señalar el método propio del empirismo; éste consiste en fundarse en las informaciones que mediante los sentidos nos lleguen las formas de comprobación y validación del conocimiento serán la observación, la medición y la experimentación, es decir, el empirismo toma como puntos específicos de referencia aquellos datos empíricos acumulados, para de ellos obtener la llamada información primaria.

En la observación se ejerce una relación entre el mundo sensible y las facultades cognoscitivas del sujeto; esta relación produce imágenes, percepciones, ideas, etc. Con la observación, el investigador empírico avanza un paso en la apropiación cognoscitiva de su objeto de conocimiento. Pero no logra ni con mucho la apropiación total de él. Pudiéramos decir que en esta etapa se obtiene un conocimiento cualitativo de la realidad objeto de estudio.

Si bien es cierto que mediante la observación el pensador empírico adquiere un acercamiento a su objeto de conocimiento, hemos de señalar que ello no es suficiente para determinar la naturaleza específica de la realidad, por lo que el

método empírico procede en un segundo momento a la determinación más precisa de la realidad y para lograrlo utiliza conceptos cuantitativos a cuya aplicación podemos denominar medición. Desde este punto de vista el empirismo considera la medición como el procedimiento por el cual se determina mediante cifras más o menos precisas la cantidad de una cualidad está presente o ausente en un objeto de estudio. La medición sirve pues para fijar los límites de permanencia cualitativa de una o varias características del objeto de estudio prefijada esta en términos cuantitativos.

Con este recurso, el empirismo avanza bastante respecto a la observación, en su intento de explicar la realidad objeto de estudio. Sin embargo no es tampoco suficiente para obtener la certidumbre total que pregonan los científicos de este corte. Para los empiristas la piedra angular de la verdad radica en el experimento, ya que por medio de él se pueden demostrar o refutar las hipótesis previamente señaladas. Una teoría puede estar suficientemente bien fundamentada con argumentos congruentes y convincentes, pero no serán reconocidos como conocimientos auténticamente verdaderos, hasta que pasen la prueba del experimento. Tal es el caso por ejemplo de la física griega que se fundamentaba en métodos matemáticos. Con el uso de la geometría, Ptolomeo demostró (29) que la tierra era esférica e inmóvil, sin embargo no se pudo demostrar la verdad o falsedad empírica de esto hasta mucho tiempo después, cuando Gassendi realizó el experimento de lanzar una piedra desde lo alto del mástil de un barco en movimiento y la vio llegar exactamente al pie del mismo, derribando con ello la mecánica de Ptolomeo y confirmando a la vez la ley recientemente descubierta

por Galileo Galilei, según la cual la piedra que cae lleva en sí misma el movimiento del barco y lo conserva en su caída (30).

## **2.1. Antecedentes más remotos del empirismo**

Aunque el empirismo es una posición que se desarrolla y tiene origen en los siglos XVII y XVIII, existían ya esbozos de ella en pensadores de la antigüedad, Demócrito sostenía que la realidad estaba constituida por pequeñísimas partículas de materia a las que llamó átomos (31). Tiempo después Sexto Empírico (32) caracteriza al empirismo como una posición que niega el absolutismo de la verdad y por consecuencia asegura que todo juicio sobre el mundo debe ser puesto a prueba por la experiencia y de ser necesario corregirlo, modificarlo o abandonarlo. Desde otro punto de vista y en relación con la razón, Sexto Empírico asevera que no es posible negar la participación de ésta en el proceso de conocimiento y que las verdades que se establezcan como tales deben quedar abarcadas en el ámbito de la razón, es decir; que aquellas no deben contradecir a ésta.

La posición de este pensador -escéptico para muchos- es derivada de aseveraciones que él hace respecto a algunos oficios como el de médico, por ejemplo; éste no puede afirmar nada temerariamente, sino que debe tener las pruebas fehacientes de todo aquello que indique su dicho. A esta actitud Sexto Empírico la llama actitud metódica e implica seguir el curso de los fenómenos que la naturaleza le vaya presentando para así procurar el desterramiento de todo dogma.

## **2.2. El empirismo moderno**

Realmente el desarrollo sistemático del empirismo se dan en la edad moderna, particularmente en la filosofía inglesa representada por F. Bacon, J. Locke y David Hume. El común denominador de esta filosofía está, como ya lo señalamos, representado por la tesis fundamental de que el conocimiento es producto de la experiencia, tesis que se confronta abiertamente con la tradición griega de que el modelo matemático era el representativo del conocimiento absolutamente verdadero (33).

### **2.2.1. El empirismo de Bacon**

El fundador de esta tradición es John Locke, quien construye su concepción sobre las ideas de Francis Bacon (1561-1626), Bacon veía como una función importante de la ciencia era la de poder predecir, advierte que esta función no podría ser cumplida si se fundamenta sólo en la razón, pero que la razón en combinación puede ver el futuro inmediato. Para Bacon los métodos de la razón, están contenidos en las operaciones lógicas por medio de las cuales elaboraron una orden con el material adquirido por la observación (34). Aquí la ciencia es concebida esencialmente como un poderoso instrumento que el hombre debería de cultivar para dominar a la naturaleza y tener como finalidad expresa, la posibilidad de tener aplicaciones técnicas en provecho del hombre.

La explicación del mundo ya no puede quedar limitada -dice Bacon- como en la antigua Grecia a la corrección del discurso científico, tal como lo había

proclamado y difundido Aristóteles (35). Con la silogística de Aristóteles se atiende a las necesidades materiales de una sociedad esclavista como la griega del siglo IV a.C. en la cual la habilidad para discutir y convencer era apreciada altamente, esta habilidad quedaba circunscrita a plantear el problema del origen y fundamento del discurso y de los elementos que debería éste poseer para convencer, o bien para reconocer algo como verdadero o falso.

Para Bacon a finales del siglo XVI el poseer una gran habilidad discursiva no bastaba para enfrentar las tareas que implicaba una sociedad muy diferente a la se la antigua Grecia. Se requería más que el discurso fácil, recursos técnicos y científicos para resolver tareas materiales como las que presentaba por ejemplo la agricultura y con ella todo lo que implicaba conservación y conducción de aguas mediante diques y canales. Problemas también como el de la transportación de grandes cantidades de mercancías desde el lugar de su producción hasta los centros de distribución y consumo, etc.

Todos estos problemas presentaban una caracterización muy diferente a la de la antigua Grecia; por lo que se imponía en ese momento el abordaje de la realidad con otro método y en opinión de Bacon éste debería ser el inductivo. Por “inducción” Bacon entiende de hecho todo movimiento desde lo particular hasta lo general (36). Para explicar el mundo habría que partir de eventos concretos de él, para poco a poco ascender en la generalización de éstos hasta alcanzar el nivel de leyes o teorías de carácter abstracto.

En la *Instauratio magna* ya señala Bacon gran parte de su proyecto respecto a la ciencia, en el que se propone ordenar la actividad científica,

clasificando las distintas ciencias y proporcionando elementos para la interpretación de la naturaleza. De esta intención Bacon desarrolló muy poco, sin embargo, sí realizó una segunda parte del mismo a la que llamó *Novum organum*, obra pensada expresamente como contrapuesta del *Organon* de Aristóteles (37). en el *Novum organum* se expone fundamentalmente una lógica de procedimientos técnicos y científicos:

Aquí Bacon señala:

“Con la vieja lógica se vencía al adversario; con la nueva, se domina la naturaleza” (38).

Con esta aseveración trata de señalar los nuevos caminos que debe andar la investigación científica auténtica y a la vez someter a la silogística de Aristóteles, a una dura crítica oponiendo a ésta el método de la inducción.

El modelo de ciencia prefigurado por Bacon, mediante el cual se podría dominar la naturaleza, es el de la ciencia empírica -como ya lo señalamos con anterioridad- pero ésta no puede constituirse sino con el experimento, pues mediante él se obtiene mayor poder sobre la realidad y representa para Bacon la feliz vinculación entre la mente y el universo. Sin experimentos solamente podremos elaborar especulaciones sobre la verdad.

Para la instauración de un modelo de ciencia de este tipo, Bacon propone la eliminación de todos aquellos obstáculos mentales y culturales allegados por la

tradicción a los que llamó “ídolos”. Mediante los ídolos (39), el hombre anticipa juicios sobre el mundo y no puede llegar a conocer la verdad de él, pues nunca accede al experimento. Metodológicamente propone Bacon la sustitución de la anticipación de juicios sobre naturaleza, por la intervención en la misma, pues mediante este recurso se penetra con orden a la experiencia, y gradualmente se puede ascender, a partir de ella, de las cosas particulares a los axiomas, llegando sólo en el último lugar a las más generales, de lo simple a lo complejo y de lo particular a lo general (40).

Bacon sostiene que la investigación científica libre de ídolos, no puede fundamentarse solamente en los sentidos, pero tampoco solamente en el entendimiento. Sentidos y entendimiento sólo se perderán en especulaciones en nociones desordenadas e inconcluyentes, por lo que la ciencia únicamente podrá constituirse en conocimiento verdadero y útil, en cuanto imponga a los sentidos la disciplina del entendimiento, y éste se atenga a la disciplina de la experiencia sensible. Para lograr esta necesaria vinculación se requiere de una lógica nueva a la que Bacon llamará inductiva, que suponga iniciar cualquier investigación científica de la reunión y descripción de los hechos particulares, los cuales serán estudiados mediante un instrumento clasificatorio que Bacon llamó “tablas” que consisten en colecciones de casos desordenados según las necesidades del entendimiento. Estas tablas pueden ser de presencia, de ausencia, de grado; es decir, se consignan en ellas las cosas en las que algún fenómeno natural esté presente o ausente de una circunstancia ordinaria, o bien se señala el grado de intensidad con que éste se presenta en dicha circunstancia (41).

A partir de esta clasificación pormenorizada se asciende bajo criterios explícitos a buscar otros patrones de incidencia, para detectar la causa o causas de las cosas naturales. En esencia los métodos de inducción propuestos por este pensador, son procedimientos para establecer las causas necesarias de la dependencia entre los fenómenos y presuponen una categoría general del vínculo causal que comprende propiedades tales como el acompañamiento necesario de la causa y el efecto, la ausencia de efectos a falta de causas y el cambio de efectos al variar las causas. En suma se trata de abordar la explicación del mundo partiendo de eventos observables de él, así como de las vinculaciones causa efecto de unos respecto de otros. Vínculos cuya explicitación podría representarse numéricamente.

Con esta aportación Bacon abona el terreno para la consolidación de la explicación empirista que asumirán principalmente los pensadores ingleses del siglo XVIII, John Locke y David Hume.

### **2.2.2. John Locke y el rechazo a las ideas innatas**

Para John Locke nada existe en la mente que no haya estado antes en los sentidos (42), quiere decir con esto que siendo tan evidente que los hombre poseemos ideas en nuestra mente, tales como “blancura”, “pensar”, “regimiento”, etc., será de absoluta necesidad suponer que la fuente de estas ideas tiene que ser la experiencia, en ella está fundado todo nuestro conocimiento, y de ella se deriva todo en último término.

La experiencia como fuente del conocimiento puede dividirse para su estudio, en experiencia externa y experiencia interna, la primera de ellas se ocupa de los objetos externos a la mente y procede por los sentidos, se le denomina “sensación”. La segunda es la percepción de las operaciones de nuestra mente dentro de nosotros.

Al respecto Locke señala:

“Éstas dos -quiero decir las cosas materiales externas como objetos de sensación y las operaciones internas de nuestra mente como objetos de reflexión- son según mi parecer el origen donde comienzan todas nuestras ideas” (43).

De esta manera todo aquel conocimiento que se recibe en el entendimiento, necesariamente tiene que provenir de cualquiera de estas fuentes. Así los objetos del mundo -externo del entendimiento- proveen a la mente de ideas de las cualidades sensibles y la mente a su vez proporciona al entendimiento ideas de sus propias operaciones.

Por otra parte, al igual que Bacon, Locke no admite la omnipotencia de la razón en el proceso de construcción del conocimiento pues considera que ella no puede ser infalible en virtud de que carece de ideas disponibles y claras para enfrentar a solas la tarea de construir el conocimiento. La razón es efectiva si sustenta sus razonamientos en principios empíricos, que obviamente no aporta ella misma y de los que solamente hace uso para construir algo mayor y más elevado.

Dadas estas limitaciones de la razón, a lo más que puede aspirar es al ámbito del conocimiento probable.

Así concebida la razón es estéril, sin embargo reconoce que los sentidos solos tampoco pueden construir conocimientos, por lo que requiere necesariamente de la participación de la razón, pero se apresura a señalar qué tipo de razón es necesaria para la elaboración del conocimiento empírico y dice:

“Yo entiendo por razón, no la facultad del entendimiento que forma el discurso y deduce los argumentos, sino algunos determinados principios prácticos, de los que dimanar las fuentes de todas las virtudes y todo lo necesario para formar bien las costumbres, ya que lo que se deduce correctamente de estos principios se afirman con todo derecho, conforme a la recta razón” (44).

Esta modificación del concepto de razón por parte de Locke, tiene la finalidad de hacerla apropiada para su función de guía del hombre y en donde el modelo a seguir no es el de las matemáticas, sino el de todas las actividades humanas.

Una preocupación fundamental de Locke, fue la de encontrar elementos para determinar los límites del conocimiento humano y llegó a la conclusión de que efectivamente existen límites en las posibilidades cognoscitivas del hombre. Estos límites son los propios de la experiencia, pues dependiendo del tipo y de la cantidad de experiencias el entendimiento se puede allegar, será el tipo y la calidad de conocimientos que se construyan (45).

Igualmente Locke señala:

“La experiencia condiciona la razón, en primer lugar proporcionándole el material que ella es incapaz de copiar o producir de sí misma las ideas simples, esto es, los elementos de cualquier saber humano. Y la condiciona en segundo lugar proponiéndole a la misma razón, los procedimientos con arreglo a los cuales se puede ordenar y ser utilizado este material procedente de la experiencia” (46).

En este marco, Locke refuta la existencia de las llamadas ideas innatas, puesto que una condición de cualquier idea es de que sea pensada, pero al ser innata no pudiera haber sido pensada, por lo que no es posible su existencia.

De manera muy semejante a como lo planteaba Bacon, Locke sostiene que el primer paso para construir el conocimiento deberá consistir en la realización de un inventario sistemático de todas aquellas ideas que extraemos de la experiencia.

Al mismo tiempo, propone Locke un mecanismo mediante el cual el entendimiento inicia el proceso de construcción del conocimiento a partir de las ideas primarias; al presentársele las principales ideas primarias, el entendimiento puede organizarlas a su manera. La primera forma o modalidad consiste en la reunión de varias ideas simples, para crear a partir de ellas una idea compleja. Otro modo consiste en la contraposición de dos ideas, de donde se deriva una ordenación en forma de relación. Finalmente la separación de una idea de un grupo, mediante el proceso de abstracción para crear de ahí ideas generales.

Con estos elementos que hemos referido respecto a la posición empirista de John Locke, tendremos que señalar que si bien la experiencia es el juez supremo del conocimiento, éste no podrá ser considerado siempre como infalible. El conocimiento absolutamente cierto no existe -a diferencia del modelo matemático del racionalismo-, a lo que más se puede aspirar en las tareas investigativas es al conocimiento probable. En el conocimiento, la demostración consiste en evidenciar el acuerdo o desacuerdo de dos ideas mediante una o más pruebas que tienen una conexión constante, inmutable y visible una con otra. El juicio no da demostración sino solamente probabilidades debidas a la intervención de pruebas cuya conexión no es constante ni inmutable, pero es o parece suficiente para inducir al espíritu a validarlas.

El conocimiento probable será el tema del que partirá y ahondará David Hume en el siguiente apartado de este trabajo.

### **2.2.3. La determinación cuantitativa y numérica del conocimiento**

El proyecto empirista que se ha venido prefigurando fue desarrollado y complementado por la obra de David Hume, pensador que considera que la investigación filosófica sobre la naturaleza humana, estaba poco desarrollada en ese tiempo, y se propone convertirla en centro de su estudio.

En la obra *Del conocimiento*, Hume señala: “La naturaleza humana es la única ciencia del hombre” (47). Advierte que las otras ciencias, aún aquellas que aparecen como más ajenas, están vinculadas con la naturaleza del hombre porque de una o de otra manera, forman parte del bagaje cultural del hombre y caen bajo

el juicio de las potencias y facultades humanas. De esta manera el único camino de llevar a cabo la investigación filosófica, es la de encaminarla directamente hacia su centro que es la naturaleza humana.

Para Hume, la naturaleza humana tiene la facultad de ser crítica y someter a juicio riguroso a todos aquellos conceptos ligados a tradiciones metafísicas y trata de que en la recomposición, éstas se presenten como explicación de la existencia humana.

Al igual que Locke, Hume restringe las capacidades que el racionalismo deposita en la razón, pues considera que ésta no puede ser el fundamento de todo aquello que afecte o tenga que ver con la naturaleza humana. La razón queda así limitada en su capacidad cognoscitiva al ámbito de lo probable, dado que aún de las realidades objetivas que impactan directamente sus sentidos no se puede obtener la absoluta certeza y mucho menos de las presuntas realidades que se fundan exclusivamente en la razón. De esta manera, el parámetro adecuado para validar un conocimiento, es la determinación cuantitativa y numérica de éste. Lo que no sea susceptible de ello, es simple y llanamente especulación metafísica.

El hecho de que la razón sea limitada por el empirismo, no significa necesariamente que tenga que entenderse este hecho como que ha sido eliminada; no, la razón efectivamente cumple una función cognoscitiva muy importante, que consiste en guiar al hombre a la obtención ordenada de conocimientos, y bien esta capacidad de la razón le deviene de la retroalimentación constante que tiene de la

realidad concreta. Para cumplir su función, la razón se nutre constantemente de percepciones que según Hume pueden dividirse en dos tipos:

A.- Las impresiones, que penetran con fuerza a la conciencia. A ésta pertenecen todas las sensaciones, las emociones y las pasiones.

B.- Ideas que son imágenes debilitadas de las impresiones.

La diferencia entre estas dos puede explicarse atendiendo a la diferencia que hay entre el calor que produce un fuego y la idea que tenemos de este calor. De esta suerte las ideas nunca explicarán cabalmente la realidad y los hombres que asuman este método (de las ideas), pueden componer y recomponer las ideas del mundo de las formas más caprichosas imaginables, pero nunca darán un paso hacia fuera de sí mismas, porque no poseerá otra especie de realidades que la de sus ideas.

Tanto para Locke como para Hume, las ideas son objeto de conocimiento humano, pero haciendo la aclaración de que se refieren a las ideas cuyo referente empírico es la realidad objetiva. De esta manera la materia prima con que cuenta Hume para explicar el mundo, son las impresiones y las ideas así como las posibles relaciones e interrelaciones entre ellas.

De esta suerte, lo que más importa de estas ideas o impresiones cuya referencia empírica a la realidad material es la posibilidad de la conexión entre ellas. Hume enuncia tres formas o modalidades, mediante las cuales se pueden

relacionar las ideas e impresiones del mundo, estas son: semejanza, contigüidad en el tiempo y en el espacio y causalidad (49). Las dos primeras son muy cercanas al llamado método de analogía, en donde a partir por ejemplo del comportamiento de un grupo social cualquiera en determinadas condiciones sociales, se pueda suponer el comportamiento en condiciones similares (semejanza). Del mismo modo, la idea de una aula escolar nos puede llevar a pensar espontáneamente en las otras aulas de la misma escuela (contigüidad). Sin embargo, más importante es el modo causal de relacionar las ideas e impresiones, pues éste ante la observación de un fenómeno cualquiera, nos debe remitir a la causa del fenómeno, ésta no puede ser nunca conocida a-priori, esto es, mediante el uso exclusivo de razonamientos, sino sólo mediante las experiencias sean del tipo que sean.

También señala Hume lo siguiente:

“Nadie puesto ante un objeto que para él sea nuevo, puede descubrir sus causas, sus efectos antes de haberlos experimentado y sólo razonando sobre ellos” (50).

No obstante, Hume -que reconoce la relación causa efecto- no está plenamente convencido de que el principio de causalidad -por sí sólo - nos pueda garantizar que el futuro pueda ser de una manera o de otra, pues nunca podremos tener la experiencia de lo por venir, y en todo caso, cualquier fenómeno nos remite a su causa que puede ser mediata o inmediata, de la cual debimos tener experiencia. Es imposible -dice Hume- que de argumentos sacados de la experiencia se pueda demostrar la semejanza del pasado con el futuro.

El vínculo causa efecto es aceptado más por Hume, como una necesidad para los hombres en cuantos que estos requieren de una justificación de todas aquellas actividades o eventos del mundo que desconoce. Así, la repetición de un acto produce una disposición para renovar el mismo sin que intervenga el razonamiento, a esto Hume le llama “hábito”, el hombre es un ser de costumbres y es la costumbre la que nos lleva a advertir la sucesión del día y la noche, al ligar el concepto de peso a todo cuerpo, etc., de cualquier forma, sea de una manera o de otra, sea por hábito o por costumbre, para Hume quedan claras dos cosas: a) para todo conocimiento del mundo se requiere no la razón, sino la experiencia, b) todo conocimiento empírico de la realidad no puede aspirar a ser exacto sino tan sólo probable.

De todo esto que hemos señalado, podemos precisar las aportaciones de Hume al empirismo, éstas son:

A.- La consideración de la inferencia inductiva como no analítica, es decir, que en este tipo de inferencia, sus juicios están contruidos de tal manera que digan algo del mundo y no se quede en la reiteración de las cualidades del sujeto en el predicado (un juicio analítico, a la manera kantiana, sería por ejemplo: “la esfera es redonda”, en donde la redondez ya está incluida en el concepto de esfera, por lo que este juicio no dice algo sobre el mundo). Las inferencias inductivas, por tanto, deben ocuparse de realidades concretas del mundo y a partir de ellas agregarle o restarle cualidades. Así se entra de lleno en la llamada “lógica del descubrimiento”

B.- La inducción no puede justificarse tan sólo refiriéndose a la experiencia, es decir, la inducción no garantiza que a partir de la experiencia, que hasta el momento tengamos del mundo, éste deba ser necesariamente igual en el futuro. La inducción -como la ve Hume- sólo nos autoriza a señalar que hasta ahora las cosas han sido de este modo, pero nada más.

Vistas con detenimiento estas aportaciones, tenemos que estamos ya en presencia de un empirismo radical, que no propicia el ver hacia adelante, puesto que nuestras experiencias adquiridas hasta hoy no nos lo autorizan.

A manera de conclusión de las características generales del empirismo, nos referiremos sintéticamente a las siguientes:

A.- Rechazo a todo tipo de conocimiento que no haya surgido de la experiencia humana. Aquí la crítica es directa y frontal contra las doctrinas innatistas (como las de Platón y Descartes).

B.- Negación de toda metafísica, es decir, de la existencia de una realidad que esté “más allá” de lo real. Aquello que no puede ser analizado por los sentidos no vale la pena considerarlo. El empirismo se presenta así como la apelación a la evidencia sensorial y como método para decidir sobre lo real.

C.- Ponderación de la actualidad de los “hechos”. Desde este punto de vista, el empirismo no se refiere a evidencia de hechos no cercanos a nuestros

sentidos, puesto que los sentidos no pueden dar fe de los hechos pasados ni de los futuros sino de los actuales. No se ocupa de lo que algo fue o de lo que será, sino de lo que es.

Independientemente de la relativa superficialidad con la que hemos manejado este tema del racionalismo, para efectos de este trabajo de investigación, lo consideramos suficiente en razón de que nuestro propósito -a través de la exposición- es demostrar la naturaleza y génesis de esta doctrina del conocimiento, para evidenciar que la moderna ciencia empírica se nutre en gran parte de los presupuestos de esta corriente. La tarea relativa a la caracterización específica de la ciencia empírica la desarrollaremos en el siguiente apartado de este mismo capítulo.

### **3. La ciencia empírica**

#### **3.1. Naturaleza de la ciencia empírica**

De los elementos que se han expuesto líneas arriba, en donde presentamos de una manera más o menos detallada tanto la naturaleza del racionalismo como la del empirismo respecto al problema del conocimiento y la ciencia, se desprenden a nuestra manera de ver las siguientes conclusiones provisionales:

Ni el racionalismo con toda su capacidad de manejo teórico y abstracto de la realidad, ni el empirismo que fundamenta su éxito en el uso de procedimientos objetivos y mensurables en la explicación, son autosuficientes para dar cuenta del

mundo. Ambos postulados muestran una marcada esterilidad en el cumplimiento de sus propósitos.

La explicación científica no puede quedar limitada a formulaciones abstractas y teóricas derivadas del modelo matemático por muy perfecto que este sea, en razón de que las propuestas de este tipo difícilmente podrán demostrarse en la realidad, puesto que se han construido con elementos ideales y abstractos. Por otro lado, el empirismo aún cuando cuenta con toda la fuerza de la demostración inductiva (51), no puede lograr explicaciones completas, toda vez que carece de una fundamentación teórica adecuada, la empiria por sí misma no representa más que experiencias que se acumulan caóticamente y que por más volumen o magnitud que represente esta acumulación, no será suficiente para explicar el mundo.

Por ciencia empírica entendemos -de ahora en adelante- la síntesis de estas dos posiciones epistemológicas. Con este nombre genérico interpretaremos la simbiosis teórico-práctica que refleja el modo de proceder de la ciencia positiva y la ciencia que usa el método matemático y acude al mundo real para verificar sus propuestas. Es éste el modelo de ciencia que prefiguró Galileo Galilei en los siglos XVI y XVII de nuestra era. La llamada ciencia empírica es también conocida como ciencia galileana por estas razones.

### **3.2. Los antecedentes de la ciencia empírica**

Hasta antes de los siglos mencionados, la ciencia no había logrado rebasar el ámbito teórico racional que le había heredado el pensamiento griego, es decir, seguía prevaleciendo en ella una naturaleza abstracta, en tanto que si bien los griegos habían hecho importantes observaciones y mediciones, nunca las habían demostrado experimentalmente. Como ejemplo de esta situación tenemos la teoría heliocéntrica de Aristarco de Samos (52) quien propuso que el sol estaba inmóvil y los planetas giraban alrededor de él. Esta teoría fue concebida y divulgada hacia el año 200 a. C. Pero no tuvo el impacto, fundamentalmente por no poderla demostrar dado lo poco desarrollada de la ciencia mecánica de aquel tiempo.

En otros rubros, podemos encontrar que las aportaciones griegas se significaron fundamentalmente en el ámbito de las matemáticas, recordemos por ejemplo el teorema de Pitágoras que dio un gran impulso a las matemáticas y fundamentalmente a la geometría de aquel tiempo. Recordemos también la elaboración de una geometría totalmente axiomática realizada por Euclídes de Megara en el año 300 a. C. Así mismo es necesario aludir a la demostración de la esfericidad de la tierra realizada por Ptolomeo en el siglo II d. C. Utilizando las observaciones existentes hasta entonces sobre astronomía y el razonamiento geométrico (53).

Todo lo anterior es sólo una muestra de la confianza que los griegos tuvieron en la fuerza contundente del razonamiento deductivo. Pero por muy importante que sea esto es claro que a los griegos les faltó demostrar su proyecto mediante la experimentación, actividad que casi estuvo proscrita en su cultura (54). De esta manera, la ciencia de orden racional siguió su curso hasta la

aparición del empirismo (55), quien le objeta principalmente la desconsideración de la ciencia racional hacia de la posibilidad del conocimiento por la vía de los sentidos y de la experiencia. Así poco a poco se van configurando dos modalidades de fundamentación del conocimiento científico y la ciencia (56): el racionalismo y el empirismo. Ambas posiciones, a nuestro modo de ver, son estériles en cuanto que no advierten la imposibilidad de sostener sus propuestas sin complementarse con otras. Así el racionalismo no puede resolver el problema del conocimiento empírico, porque concibe a éste según la pauta de las matemáticas, dando de este modo a la razón el papel de legisladora del mundo físico. Por su parte el empirismo tampoco puede resolver este problema, pues quiso fundamentar el conocimiento derivándolo exclusivamente de la percepción sensible y la experiencia.

De esta manera, la ciencia no pudo despegar mientras no se consideraron los aspectos racionales y empíricos como complementarios entre sí. La explicación del mundo físico no puede darse con éxito solamente por la vía matemática-racional o bien por la empírica.

### **3.3. La ciencia galileana**

Mientras racionalismo y empirismo permanecieron desvinculados, no podemos hablar ni desconsiderar la existencia de la llamada ciencia empírica, por lo que podemos asentar que ésta nace propiamente hablando con el establecimiento del sistema heliocéntrico del movimiento uniforme, y que éste se da en torno a un centro fijo que es el sol. Por medio de este modelo, Copérnico desembaraza a la humanidad de concepciones antropomórficas respecto al

movimiento de los planetas y los astros, fijando de paso las bases para la astronomía moderna, Copérnico sienta los elementos iniciales de una revolución científica que toma forma definitiva con Galileo Galilei (1564-1642) pero seguramente antes de la construcción teórica de Galileo y como premisa de ésta tuvieron que darse importantes avances e investigaciones que abonarían el proyecto iniciado por Copérnico. En este sentido es absolutamente necesario reconocer el precisamiento y sistematización de los datos de Copérnico, por parte de un gran matemático de aquella época Tycho Brahe (1546-1601), que con una labor callada y sin aspavientos, realizó una gran cantidad de cálculos y mediciones matemáticas que le permitirían dar una forma mucho más definida al sistema heliocéntrico de Copérnico (57). De esta manera los datos de Copérnico tomaron forma matemática racional, con la que pudieron tener fundamentos muy sólidos, a la vez que se lograba de ellos un manejo más riguroso y preciso.

Marshall Walker apunta en su obra *El pensamiento científico*, que “el método científico es una abstracción de la historia pasada” (58), ninguna aseveración nos parece más afortunada para señalar que la ciencia galileana requirió además para su constitución las aportaciones de Kepler y Newton en un primer nivel y de otros pensadores de la época y posteriores, que también contribuyeron con descubrimientos y construcciones teóricas y prácticas que más tarde se integraron en el cuerpo de la ciencia empírica.

A la muerte de Tycho (1601), complementó la obra de éste, uno de sus más brillantes auxiliares J. Kepler (1571-1630). Éste con características intelectuales

muy diferentes a las Tycho, logra con base en las observaciones y cálculos de su maestro elaborar las llamadas leyes de Kepler:

- "1) Cada planeta se mueve en una órbita elíptica alrededor del sol y en uno de los focos está situado el sol.
- 2) La línea que va del planeta al sol, recorre áreas iguales en tiempos iguales.
- 3) El intervalo de tiempo necesario para que un planeta gire alrededor del sol, se llama su período. El cuadrado del período es proporcional al cubo de la mayor distancia entre el planeta y el sol"(59).

Estas leyes propuestas por Kepler explican las posiciones de los planetas. Aunque originalmente hayan sido pensadas para analizar el movimiento del planeta Marte, la verdad es que pueden ser aplicadas y explican el movimiento de todos los planetas.

El avance que aquí se advierte es que ya se da en la propuesta de Kepler una característica central de la ciencia empírica moderna; la generalización, si bien en Kepler está referida a los planetas y no a otro tipo de móviles, como se lo planteara algunos años después Newton (60).

Como ya señalamos antes fue Galileo Galilei quien da forma definitiva al modelo de ciencia que se adjetiva con su nombre: "Ciencia galileana". En efecto Galileo logra construir una simbiosis de racionalismo y empirismo y da pie para el surgimiento de la física experimental y el método empírico cuantitativo. Puede decirse que a partir de los experimentos que acerca de la caída libre de los

cuerpos realizó Galileo y mediante los cuales se establecieron las leyes físicas correspondientes, se determina el modelo de un método que combina el experimento con la medida y la formulación matemática. Así Galileo unifica las investigaciones teórica y empírica en un todo único.

Para Galileo la base de la explicación científica está en el experimento, pero no cualquier tipo de experimento, sino de aquel que se realice legítimamente en el marco de una teoría y que pueda ser objeto de interpretación teórica; es decir que la experimentación cobra valor solamente como referencia a la teoría. Para él es mucho más importante el llamado experimento idealizado que aquel que efectivamente se realice en el mundo real.

El experimento ideal consiste en el planteamiento de un modelo ideal de experimento, por medio del cual se acceda al conocimiento puro de las características de los objetos de estudio investigados, este modelo se logra haciendo abstracción de los elementos ajenos que pudieran interferir en el experimento real.

Como es de suponerse, para el desarrollo de esta tarea se requería de una herramienta muy especial; ésta fue la matemática que en combinación con la física de aquel tiempo dieron pie para el desarrollo de un nuevo tipo de saber; la física experimental. Sin las matemáticas, la labor de Galileo no hubiera podido cumplirse, pues para él la misma naturaleza está escrita en términos matemáticos; geometría, aritmética, etc. Sólo puede ser objeto de verdadera ciencia aquello que pueda ser susceptible de medición; la longitud, la superficie, el volumen, la velocidad, etc. combinando experimentos con el análisis matemático resolvió -por

ejemplo- el problema de la caída libre de los cuerpos, demostrando que éstos en ausencia del aire describen una trayectoria parabólica, suministrando así un ejemplo claro de los métodos de la física moderna. El método de Galileo puede quedar asentado de la siguiente manera:

1) Partiendo de experimentos primitivos y de datos previamente existentes, se puede construir un modelo ideal del experimento que más tarde se efectuará.

2) Se analizan las regularidades de las magnitudes observadas en la repetición de los experimentos para, a partir de ahí, promediar las magnitudes medidas e introducir correcciones pertinentes.

3) Los promedios de las magnitudes medidas en los experimentos se constituyen en el punto de partida de las hipótesis matemáticas, a partir de la cual se deducen consecuencias utilizando razonamientos lógicos.

4) Estas consecuencias se llevan al experimento para su comprobación, sirven a su vez de confirmación indirecta de la hipótesis adoptada (61).

### **3.3.1. Las aportaciones de Newton a la ciencia galileana**

Como se podrá advertir aquí, la obra de Galileo vino a ser la piedra de toque de una nueva concepción del universo, desde la astronomía hasta las matemáticas, pasando por la física. Los astrónomos prácticos de aquella época

utilizaban el método copernicano-kepleriano del sistema solar; y más tarde las leyes de Kepler serán conjugadas con los de Galileo en las teorías de Newton.

Sea como fuese después de Galileo, ni la ciencia, ni el mundo son los mismos, el primero es ahora conocido en términos más precisos y la ciencia se encuentra hoy infinitamente enriquecida con nuevas herramientas y un bagaje teórico impresionantemente amplio.

El siguiente paso en la constitución de este modelo lo encontramos en Newton (1642-1727) y consistió fundamentalmente en una generalización de la aplicación de las leyes del movimiento que habría presentado antes Kepler. Es decir si las leyes de Kepler tratan de ubicar la posición que ocupan los planetas en un momento determinado, así como el movimiento de las mismas, Newton se da a la tarea de legalizar el movimiento no sólo de los planetas sino de cualquier móvil en el universo. A propósito de esto, se establecen las leyes de movimiento mecánico, que son también conocidas como leyes de Newton.

"1) Cuando un cuerpo está en reposo permanece en reposo, y cuando está en movimiento permanece en movimiento rectilíneo a una velocidad constante, a menos que actúe sobre él una fuerza externa.

2) La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza ejercida, e inversamente proporcional a su masa inercial.

3) Si un cuerpo A, ejerce una fuerza  $F$ , sobre el cuerpo B, entonces el cuerpo B, ejerce sobre el cuerpo A, una fuerza que es igual en magnitud, pero opuesta en sentido de la fuerza  $F'$  (62).

Existe otro postulado de Newton que es conocido como la cuarta ley del Movimiento o Ley de la gravitación de Newton.

"Dos objetos cualquiera en el universo, son atraídos mutuamente por una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas gravitacionales, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre sus centros"(63).

Si retomamos la aseveración de Walker citada antes "El método científico es la síntesis abstracta de la historia pasada", advertimos que el mejor ejemplo de esta circunstancia lo representa Newton, pues si bien él no hubiera tomado en cuenta los descubrimientos precedentes, nunca hubieran podido formular sus leyes que constituyen la base y fundamento de la física clásica -si no toma en cuenta las aportaciones que Kepler planteó y junto con él las de todas aquellas que lo antecedieron históricamente, no hubiera podido construir el cuerpo teórico experimental hoy tan sólido que todos conocemos.

De esta misma manera hemos de señalar que el modelo de ciencia galileana no cristalizaría sin tomar en cuenta todas estas contribuciones teóricas y prácticas precedentes.

### **3.3.2. El impulso que la ciencia galileana dio a otros ámbitos de la investigación**

La ciencia empírica abarca, en su largo proceso de constitución, una serie de descubrimientos que incidieron en la naturaleza experimental de este modelo de ciencia o que son producto de la misma.

Uno de estos inventos lo es el del telescopio, instrumento que si bien su aparición es un tanto casual relacionada con la fabricación de espejuelos hacia 1600 en Holanda, llegó a constituirse con su perfeccionamiento, en una herramienta que potenciaba infinitamente la capacidad de observar los cielos. Por medio de él Galileo demostró las leyes de Kepler respecto de la posición de los planetas, así como también descubrió estrellas nuevas y las formas y características de algunos planetas. Por el telescopio demostraba experimentalmente aquellas teorías y cálculos ideales que habría elaborado previamente, se conecta así la razón matemática con la experiencia observacional (64).

Otro conocimiento construido por la vía de la experimentación es el descubrimiento de la circulación sanguínea gracias a los trabajos de William Harvey (1578-1657). En Inglaterra que consideró que el cuerpo humano en alguna forma funcionaba al símil de la maquinaria de la época, por medio de fuelles, válvulas, bombas, etc., de tal manera que evidenció que el movimiento de la sangre en el cuerpo tenía causas mecánicas, supuso que en el cuerpo humano debe haber todo un sistema de bombas y válvulas que permitan que la sangre fluya por conductos propios y que el torrente sanguíneo vaya distribuyendo los nutrientes que se encuentran en él por todo el cuerpo. La bomba u órgano central de este complejo orgánico que es el cuerpo humano, es el corazón que a manera de fuelle

impulsa a la sangre que entra por un lado de él y sale por el otro. La circulación sanguínea para Harvey es un hecho (65). Los experimentos de este científico, como se podrá advertir, están inspirados fundamentalmente en la ingeniería hidráulica y no tanto en la anatomía y la fisiología de su tiempo. No obstante, esta nueva forma de asumir la investigación médica permitió la aparición de un método de investigación más confiable que los anteriores, eliminando de paso muchos prejuicios existentes por entonces sobre la anatomía en donde se llegaba a afirmar que el fluido sanguíneo estaba impregnado de espíritus, que son los que finalmente darían vida al cuerpo humano. Con la teoría demostrada por Harvey se desantropomorfizó la explicación médica.

Desde otro punto de vista, la ciencia empírica representa el amalgamamiento de situaciones de diferente índole, pero situaciones que no fueron solamente de ese tiempo, sino que aquí se recogen y recuperan aportaciones tanto del empirismo inglés que ya se han citado, como los elementos que la cultura griega de la antigüedad heredó a los hombres de ciencia de la época moderna.

De esta manera nos encontramos pues con que la moderna ciencia empírica refleja y representa el éxito del racionalismo matemático de su época y del empirismo inglés que representa la tradición experimental y cuantitativa.

El poder del método matemático para el análisis del mundo físico que los griegos descubrieron en su astronomía, se confirmó en el desarrollo de la ciencia moderna; y al combinarse con experimentos como criterios de verdad no sólo se

confirmó sino que se amplió y multiplicó hasta desembocar en resultado de una magnitud superior. Así los datos derivados de la observación pueden constituir el punto de partida, pero no el todo. Éstos son complementados por la explicación matemática que va mucho más allá del juicio sobre lo observado; la explicación es luego sometida a derivaciones matemáticas que explicitan varias implicaciones contenidas en ella y estas implicaciones son probadas luego por medio de observaciones.

De esta combinación de matemáticas y experimentos se produce una facultad característica de la ciencia empírica, la predicción; es decir: habiéndose desarrollado experimentos previos, con la aplicación del fino instrumental matemático, el hombre de ciencia podrá adelantarse al comportamiento de la realidad.

Mediante este mecanismo se va prefigurando y consolidando la idea de que debe existir un orden estricto entre todos los planteamientos físicos, orden representado por medio de las relaciones matemáticas y expresado con el nombre de causalidad. Todos los eventos del mundo físico pueden predecirse en razón de que éstos deben tener alguna causa física también, la cual es indagada por procedimientos matemáticos. Las matemáticas son utilizadas como instrumentos que le permiten al hombre realizar con éxito sus experimentos. Entendiendo y dominando las matemáticas es posible entender nuestro objeto de estudio. "El libro de la naturaleza está escrito en lenguaje matemático" (66). En esta sentencia de Galileo sintéticamente se encuentra contenida una gran parte de la historia de

la ciencia, pues según él la naturaleza responde a la estructura de las leyes matemáticas.

Pero aquí será importante aclarar que las matemáticas a las que se refiere Galileo son aquéllas que conjuntamente con la observación y la experimentación conforman el método de la explicación causal de la ciencia moderna. La ley matemática, “arropada” con la experimentación, se constituyó no sólo en un instrumento de ordenación, sino también de predicción; dotó de este modo al científico de la facultad de poder prever el futuro, capacidad que como recordamos no tuvieron ni la ciencia griega de orden racional y matemática ni la ciencia de orientación empírica.

En este marco cobra importancia el cause que la ciencia empieza a tomar a partir de los trabajos de Copérnico. Según Thomas S. Kuhn (67), a partir de la publicación en 1543 de *De revolutionibus* de Copérnico, se revolucionó no solamente la materia científica, objeto de su estudio, sino que significó además una revolución en el campo de las ideas y una transformación del concepto de universo que tenía el hombre hasta aquel momento así como de su relación con él.

#### 4. Referencias Bibliográficas

- (1) Hans Reichenbach, *La Filosofía Científica*. F. C. E. México, 1973. p.p. 15-33.
- (2) Harvey White, *Física Descriptiva*. Ed. Reverté Mexicana, México, 1968. p.p. 23-24.
- (3) Nicola Abbagnano, *Diccionario se filosofía*. F.C.E, México, 1974. p.p. 954-955
- (4) William & Martha Kneale, *El Desarrollo de la Lógica*. Ed. Tecnos, Madrid, 1972. p. 437.
- (5) Robin León, *El pensamiento griego*. Ed. UTHEA, México, 1962. p. 60.
- (6) Op. cit. p. 69.
- (7) Cfr. Platón, *Obras Completas*. Ed. Aguilar, Madrid, 1981. Libro VI p.p. 789-792.
- (8) Cfr. Platón, *La república*. Libro VII, En *Obras completas*, Ed. Aguilar, Madrid, 1981. p.186.
- (9) *Ibidem*.
- (10) Platón, *Obras completas*, Ed. Aguilar, Madrid, 1981. p. 69.
- (11) Platón, *La república*, libro VII, en *Obras completas*, Ed. Aguilar, Madrid, 1981. p. 187.
- (12) Regla de las figuras regular e irregular etc.
- (13) Cfr. Hans Reichenbach, *La Filosofía Científica*. F.C.E., México, 1973.
- (14) Por ejemplo cuando se habla en geometría de la AB pareciera que nos estuvieron refiriendo a una línea específica existente en el mundo objetivo

cuando en realidad solo utilizamos una metáfora para referirnos a cualquier línea que se encuentre contenida entre los límites A y B.

- (15) Emanuel Kant, *Crítica de la Razón Pura*. Ed. Porrúa, México, 1972. p. 27.
- (16) Op. cit. p. 29.
- (17) *Ibidem*.
- (18) Op. cit. p. 28.
- (19) *Ibidem*.
- (20) *Ibidem*.
- (21) Juicios Analíticos y Juicios Sintéticos.
- (22) Emanuel Kant, *Crítica de la Razón Pura*. Ed. Porrúa, México, 1972. p. 33.
- (23) Op. cit. p. 37.
- (24) Razón es la facultad que proporcionara los principios del conocimiento apriori. Por eso es razón aquella que contiene los principios para conocer algo absolutamente apriori.
- (25) Emanuel Kant, *Crítica de la Razón Pura*. Ed. Porrúa, México, 1972. p. 33.
- (26) Op. cit. p. 38.
- (27) Cfr. Platón, *La República*, Libro VII, en *Obras Completas*. Ed. Aguilar, Madrid, 1981. p. 786.
- (25) *Ibidem*.
- (26) Op. cit. p. 789.

- (27) Cfr. Nicola Abbagnano, *Diccionario de filosofía*. F.C.E. México, 1974. p.p. 398-999.
- (28) John Locke, *Ensayo sobre el Entendimiento Humano*. Ed. Aguilar, 1987. p. 46.
- (28) Cfr. J. D. García Baca, *Los Presocráticos*, F.C.E. México 1984. p. p. 341-343.
- (29) Cfr. Alexandre Koyré, *Estudios de la historia del pensamiento científico*. Ed. Siglo XXI, México, 1982. p.p. 314-320.
- (30) Cfr. Alexandre Koyré, *Estudios galileanos*. Ed. Siglo XXI, México, 1981. p.p. 72-127.
- (31) Cfr. Juan David García Baca, *Los presocráticos*. F.C.E. México, 1984. p.p. 341-343.
- (32) Cfr. Abel Rey, *La madurez de la ciencia griega*. UTEHA, México, 1966. p.p. 350-358.
- (33) Cfr. Platón - Pitágoras.
- (34) Cfr. F. Bacon, *Novum Organum*. Ed. Porrúa, México, 1991. p. 71.
- (35) Cfr. Capítulo II de este mismo trabajo.
- (36) Cfr. bacon, *Novum Organum*. Ed. Porrúa, México, 1991. p.p. 70-71.
- (37) Op. cit. p. 38.
- (38) *Ibidem*.
- (39) Op. cit. p. 92.
- (40) *Ibidem*.

- (41) Cfr. Op. cit. p.p. 92-108.
- (42) John Locke, *Ensayo sobre el Entendimiento Humano*. Ed. Aguilar, Madrid, 1987. p. 46.
- (43) *Ibíd.*
- (44) Op. cit. p. 185.
- (45) Op. cit. p. 185-191.
- (46) Op. cit. p. p. 75-79.
- (47) David Hume, *Del Conocimiento*. Ed. Aguilar, Madrid, 1989. p. 25.
- (48) Cfr. Op. cit. p. 63.
- (49) Cfr. Op. Cit. p.p. 42-44.
- (50) *Ibíd.*
- (51) Demostración que parte de los hechos y su verificación empírica.
- (52) Stephen Mason, *Historia de la ciencia I*. Ed. Alianza, México, 1988. p. 63.
- (53) Cfr. Op. Cit. p.p. 40-75.
- (54) Cfr. Hans Reichenbach, *La filosofía científica*. F.C.E. México, 1981. p.p. 106-110.
- (55) *Ibíd.*
- (56) *Ibíd.*
- (57) Cfr. Marshall Walker, *El Pensamiento Científico*. Ed. Grijalbo, México, 1968. p.p. 30-38.

- (58) *Ibidem.*
- (59) *Ibidem.*
- (60) Más adelante presentaremos las aportaciones de Newton a la Ciencia Empírica.
- (61) Academia de Ciencias de Cuba, *Metodología del Conocimiento Científico*. Ediciones Quinto Sol, México, 1985. p.p. 73-75.
- (62) Marshall Walker, *El Pensamiento Científico*. Ed. Grijalbo, México, 1968.p. 37.
- (63) *Ibidem.*
- (64) Cfr. Herbert, Butterfield, *Los Orígenes de la Ciencia Moderna*. CONACYT, México, 1981. p.p. 113-137.
- (65) Cfr. Op. cit. p p.p. 70-84.
- (66) Cfr. Op. Cit. p.p. 113-137.
- (67) Cfr. Thomas S. Kuhnn. *La revolución copernicana*. Ed. Ariel, Barcelona, Cap. I.