INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Secretaría de Investigación y Posgrado

CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES

LA CIENCIA COMO PROCESO DIALÉCTICO

UNA INVESTIGACIÓN HISTÓRICO-FILOSÓFICA SOBRE EL ACCIONAR Y EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

M A E S T R O E N C I E N C I A S

EN METODOLOGÍA DE LA CIENCIA

P R E S E N T A :

JOSÉ GILBERTO CASTREJÓN MENDOZA

Director de tesis:

DR. ROLANDO V. JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ

MÉXICO, D.F. MARZO DE 2010

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SIP-14

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 10:30 horas del día 9 del mes de marzo del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIECAS para examinar la tesis de titulada:

"LA CIENCIA COMO PROCESO DIALÉCTICO"

Presentada por el alumno:

Castrejón	Mendoza	José Gilberto
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)

Con registro: B 9 7 1 0 0 5

aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN METODOLOGÍA DE LA CIENCIA

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron ***SU APROBACIÓN DE LA TESIS***, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director de Tesis

DR. ROLANDO VLADEMI JIMÉNEZ DOMÍNGUEZ

DR. LUIS MAURICIO RODRÍGUEZ SALAZAR

DR. ALBERTO CONSTANTE LÓPEZ

M. EN C. ÁNGEL EDUARDO VARGAS GARZA

DR. MIJAEL ALTAMIRANO SANTIAGO

EL PRESIDENTE INTERINO DEL COLEGIO

DR. HUMBERTO MONTEÓN GONZÁLEZ

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELAS ADMINISTRATIVAS
Y SOCIALES

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día 16 del mes Marzo del año 2010, el (la) que suscribe José Gilberto Castrejón Mendoza alumno (a) del Programa de Maestría en Metodología de la Ciencia con número de registro B-971005, adscrito a CIECAS, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dr. Rolando V. Jiménez Domínguez y cede los derechos del trabajo intitulado "La ciencia como proceso dialéctico", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección gcastrejon@ipn.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

José Gilberto Castrejón Mendoza

No. de matrícula: B-971005

Dedicatoria y agradecimientos

A mis padres,

que siempre han estado ahí.

A mi hermano y hermanas: José Luis, Griselda, Leticia, Rocío y Nayeli.

A la memoria de mi hermano Pablo†.

A *alguien que anda por ahí:*

Iliana una *reina maga*.

Gracias al Dr. Rolando V. Jiménez Domínguez por todo su apoyo y compartir su conocimiento durante todo el trabajo de la presente tesis.

Gracias al Dr. Alberto Constante por compartir conmigo este "naufragio filosófico", quien siempre sabe de *complicidades*.

A ambos, con admiración y amistad.

Gracias a

Dr. Luis Mauricio Rodríguez Salazar

M. en C. Ángel Vargas Garza

Dr. Mijael Altamirano Santiago

Por aceptar ser parte de la comisión revisora y por sus valiosos comentarios y sugerencias.

Gracias a todos mis amigos y "compañeros de naufragio".

La búsqueda de lo más que racional es un reconocimiento integral del hombre, en lo que tiene de racional y también de irracional, una superación del simple movimiento dialéctico de la razón.

Roberto Juarroz

…si se ha de hacer en el futuro un uso científicamente fructífero de la palabra dialéctica, este cuarto significado (el hegeliano) no será, por cierto, el que suministre las reglas de tal uso.

Nicola Abbagnano

La ciencia, suma de pruebas y de experiencias, de reglas y de leyes, de evidencias y de hechos, necesita, pues, una filosofía con dos polos. Más exactamente, necesita un desarrollo dialéctico, porque cada noción se esclarece en forma complementaria con dos puntos de vista filosóficos diferentes.

Gaston Bachelard

ÍNDICE

Glosario/ 8

Resumen/ 10

Abstract/ 11

Introducción/ 12

Capítulo I: CONCEPTOS GENERALES Y ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO

I.1 Ciencia/ 15
I.2 Dialéctica/ 27
I.3 Método Científico/ 35
I.4 Razón y Racionalidad/ 39
I.5 Verdad Científica/ 45
I.6 Enfoque Epistemológico/ 49

Capítulo II: HISTORIA DE LA CIENCIA Y SUS RECONSTRUCCIONES RACIONALES

II.1 De la Antigüedad al Renacimiento/ 54
II.2 Kepler, Galileo y la matematización de la ciencia/ 64
II.3 Racionalismo y Empirismo/ 69
II.4 Newton y la Ciencia Moderna/ 79
II.5 Kant y el Proyecto Ilustrado/ 83
II.6 Ciencia y Filosofía de la Ciencia/ 89

Capítulo III: LA POLÉMICA LAKATOS-FEYERABEND

III.1 Tesis de Lakatos/ 114

III.2 Tesis de Feyerabend/ 119
III.3 Recapitulación/ 126

Capítulo IV: LA CIENCIA COMO PROCESO DIALÉCTICO

4.1 Análisis de casos/ 129

4.1.1 El fracaso de *Principia Mathematica* y el Programa de Hilbert/ 129
4.1.2 Lógica y Física Matemática/ 134

4.2 La ciencia como parte del desarrollo dialéctico del conocimiento humano/ 142

Recapitulación/ 145

Conclusiones/ 146

Recomendaciones para posibles trabajos futuros/ 150

Bibliografía/ 151

NOTAS/ 157

GLOSARIO

CIENCIAS HUMANAS. También llamadas ciencias del espíritu. Aquellas ciencias que tienen como objeto de estudio al ser humano, y todo lo que tiene que ver con éste desde distintos ámbitos: político, histórico, religioso, estético, biológico…

DIALÉCTICA NEGATIVA. La dialéctica de Theodor W. Adorno se desliga, en principio, de la hegeliana puesto que no considera que la verdad se funda con la historia, sino que ésta desafía críticamente a la historia. Así, la dialéctica negativa ha de rechazar el principio de unidad y la primacía del concepto, ya que según Adorno, se ha considerado a la contradicción como lo no idéntico bajo el aspecto de la identidad, por lo que no se trata de hacer síntesis de opuestos, sino de aceptar la contradicción por mor de la contradicción misma. En sí, la dialéctica no es una ley del pensamiento, sino una ley real, la razón no debe centrarse en resolver contradicciones formales sino reales.

EPISTEMOLOGÍA. Teoría del conocimiento. En el contexto anglosajón suele asociarse a la teoría del conocimiento científico, y por ello llega a usarse indistintamente para denotar a la filosofía de la ciencia. En este trabajo nos atenemos a la primera concepción.

FALSASIONISMO. Aquella doctrina de carácter metodológico, desarrollada ampliamente por Karl R. Popper, y que considera que la ciencia avanza por ensayo y error, a través de las conjeturas y refutaciones.

PARADIGMA. Especie de modelo de ciencia, el cual va acumulando conocimientos, y por medio del cual se desarrollan las investigaciones en ciencia; lo que Kunh llamaría "ciencia normal" (con su propio paradigma), ha de dar paso a la "ciencia revolucionaria", con también un paradigma propio.

PROCESO DIALÉCTICO. La dinámica de la ciencia. En atención de que la contradicción o lo contradictorio se encuentra presente en el estudio de lo fenoménico (objeto de ciencia), no precisamente en la realidad misma. Considerar a la ciencia como proceso dialéctico implica afirmar que la ciencia debe aceptar la autocrítica.

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Grupo de teorías que evolucionan conjuntamente; corresponde a su vez a un núcleo epistemológico que contiene ideas fundamentales y/o verdades básicas. Ejemplo: la física newtoniana.

RECONSTRUCCIÓN RACIONAL. Concepto acuñado por Lakatos para denotar la historia intelectual de la ciencia. De aquí que en dicha historia haya habido distintas reconstrucciones racionales, ejemplo: la llegada del copernicanismo.

RUPTURA EPISTEMOLÓGICA. En atención a la manera en que evolucionan los conceptos en ciencia, en cómo van insertándose nuevas concepciones de un mismo concepto o variable, con lo cual surgen precisamente éstas rupturas epistemológicas, pues incluso se llega a violar el principio de identidad de la lógica aristotélica.

TODO VALE. Principio epistemológico en el que está basada la filosofía de la ciencia de Paul K. Feyerabend, el cual plantea que la ciencia no ha de atenerse necesariamente a reglas metodológicas para progresar, sino que en ésta todo es válido.

RESUMEN

A partir de un análisis minucioso de conceptos clave (ciencia, dialéctica, método científico, razón y racionalidad, verdad científica) y de la historia de la ciencia, se muestra que ésta no es sólo un conglomerado de saberes ordenados y sistemáticos, sino que, al ser una práctica humana, es a su vez una actividad que posee, de manera implícita, un desarrollo dialéctico, concebida la dialéctica no como ontología o ley del pensamiento, sino metodológicamente como una ley real (en atención a la dialéctica negativa de Th. W. Adorno). Una vez hecho esto, se analizan las principales ideas de dos pensadores: Lakatos y Feyerabend, cuya obra, insertada en la filosofía de la ciencia, da cuenta de cómo dos concepciones sobre la ciencia son un ejemplo claro de por qué ésta puede considerarse como un proceso dialéctico, y a su vez responde a la cuestión de cómo en la filosofía de la ciencia el carácter de diálogo es inherente. Posteriormente, el análisis se centra en tratar algunos ejemplos específicos en la ciencia (la física matemática actual, la evolución de conceptos y "rupturas epistemológicas" en diversas ciencias como la matemática, lógicas como las de Tarski, los trabajos de O. L. Reiser, etc.), los cuales giran alrededor del problema epistemológico sobre la naturaleza del conocimiento científico, y que complementan la idea de que el "desarrollo" de la ciencia es una actividad más del desarrollo dialéctico del conocimiento humano, en atención a que un aumento del conocimiento científico implica una transformación, ruptura, etc., de unas teorías y otras, ya que la labor científica implica reformar ciertos cuadros racionales y aceptar nuevas realidades (en relación con las epistemologías de Feyerabend y Bachelard). Con lo cual pudo concluirse que en ciencia se progresa por eliminación de errores y no necesariamente por aumento de verdades, y que este progreso es como un proceso dialéctico en constante movimiento.

ABSTRACT

Starting from a substantial analysis of key concepts (science, dialectics, scientific method, reason and rationality, scientific truth) and the history of science, we show that science is not only a set of methodological and sistematic knowledge; as a human practice has, implicitly, a dialectic development. Dialectics is not conceived as onthology or a thinking law (in reference to the negative dialectics of Th. W. Adorno). Subsequently, we discuss the principal ideas of two thinkers: Lakatos and Feyerabend, whose work, in philosophy of science, shows how their two conceptions about science are a clear example of why it is possible to consider it a dialectic process; this is to say that in philosophy of science the dialogic character appears as inherent to science. Subsequently, the analysis is centered in the consideration of some specific cases in science (present-time physics and mathematics, the evolution of concepts and "epistemological breaks" in science and how in mathematics the logic of Tarski and O. L. Reiser works, etc.). In relation with the epistemology problem, the nature of scientific knowledge, this shows that the development of science is a particular case of the development of human knowledge. An increase of scientific knowledge sometimes implies a transformation, or a rupture, etc., that changes somebodies rational conceptions and makes him to accept new ways to understand reality (we can see this in relation with the epistemology of Feyerabend and Bachelard). Finally, we conclude that science progresses also by elimination of mistakes and not necessarily by simply incrementing the scientific truths, and that this is carried out by means of a dialectic process in constant movement.

INTRODUCCIÓN

> Entre las categorías hoy en uso por parte de los filósofos, la que parece más idónea para caracterizar la situación recién delineada es sin duda la categoría usualmente indicada con el término de "dialéctica", de donde se deberá decir que la unidad del patrimonio científico-técnico es esencialmente una unidad dialéctica.
>
> **Ludovico Geymonat**

En la historia de la ciencia ha habido muy diversas concepciones sobre ésta, configuradas, sobre todo, a partir de ciertos caracteres que obedecen a una época determinada, y a su vez al estadio epistemológico por el que transita el conocimiento científico; sin embargo, definir lo que la ciencia es no deja de ser una empresa espinosa y no libre de crítica. En atención a esto, se puede hablar de una concepción clásica, la cual aceptaba que la ciencia habría de enfocarse a establecer verdades absolutas, correspondiendo a un conjunto de saberes[1] sistemáticos, rigurosos y veraces; sin embargo, desde hace algún tiempo tal situación ha cambiado, debido en gran parte a la "desestabilización" de ciencias tan consolidadas como la matemática[2] o la física newtoniana, llevada a cabo en los siglos XIX y XX, además del paradigma específico que plantean las ciencias humanas frente a las ciencias naturales. Más aún, el desarrollo de las ciencias en el pasado siglo presenta diversas problemáticas a la filosofía de la ciencia, las cuales giran en torno a las cuestiones: ¿cuál es la estructura de la ciencia?, ¿cómo progresa?, ¿lo hace acumulando sólo conocimientos veraces?, ¿qué tipo de conocimiento es el conocimiento científico?, ¿cómo es que puede desecharse una teoría científica para dar paso a otra quizá "más abarcadora" pero basada en principios distintos?, ¿la lógica tradicional sigue sirviendo como parámetro para tener certeza de que un conocimiento es científico?, etc. De aquí que incluso desde el paradigma que representan las ciencias humanas, no hay que olvidar que existen diferencias sustanciales entre una ciencia y otra (por lo menos en la naturaleza y complejidad de sus

objetos de estudio y problematizaciones). Por ello, en la filosofía de la ciencia contemporánea han surgido nuevas investigaciones que dejan de lado la idea de que para hacer ciencia sólo hay que atenerse a un principio regulador, a un conjunto de metodologías específicas, lo cual coadyuvará a su vez para decir lo que es o no conocimiento científico; además, tales investigaciones consideran que la ciencia no es un conocimiento absoluto y permanente, y muchas de ellas recurren a la historia para dar cuenta de cómo el desarrollo de la ciencia no ha sido precisamente continuo. La presente investigación se inserta en este ámbito.

Teniendo como escenario lo anterior, y a la par de los ya existentes problemas de fundamentación y naturaleza del conocimiento científico, [dígase esto último principalmente en el terreno gnoseológico o epistemológico[3], para el cual, recientemente se ha mostrado el valor de la técnica no sólo como herramienta fundamental en la labor científica, sino como creadora de <<paradigmas>>, además de los adelantos en neurología y filosofía de la mente que contribuyen a entender y "extender" el conglomerado del progreso del conocimiento] el presente trabajo acuña una concepción de la ciencia que da cuenta no de la pregunta: ¿qué es la ciencia?, como lo han hecho muchos trabajos en filosofía de la ciencia, sino que se ha trasladado la cuestión a aspectos cualitativos y estructurales, a la vez que epistemológicos. Esto es, la presente tesis es una investigación histórico-filosófica que da respuesta a la pregunta: ¿cómo es la ciencia? La metodología aplicada introdujo las técnicas más comunes de investigación documental, incluyendo el aspecto histórico, y fue realizada con un enfoque crítico. A su vez, desde el análisis histórico se identificó también cómo el lenguaje científico no sólo posee caracteres formales y demostrativos, sino que también contiene atisbos de retórica, y resulta ser dinámico, es decir, dialéctico, como veremos.

Asimismo, desde el punto de vista histórico, se muestra que el desarrollo de la ciencia corresponde a un proceso dialéctico, donde, por ejemplo, las teorías se superponen unas a otras, muchas veces refutando o complementando a sus precedentes, siendo éstas expuestas a continuos ataques y donde, si se puede hablar de unidad de las ciencias, ésta corresponde a un continuo proceso en devenir, sin considerarse necesariamente que el proceso ha de concluir algún día, sino que la unidad es el proceso mismo.

Por ello, la ciencia es un proceso dialéctico, como se mostrará, con todas las implicaciones que el concepto de dialéctica tiene desde la óptica epistemológica de tres autores: Adorno, Feyerabend y Bachelard.

Así, en el capítulo I se discuten los conceptos principales que han de estar presentes a lo largo de la tesis, tales como: ciencia, método científico, dialéctica, razón y racionalidad, y verdad científica. Se establece a su vez el enfoque epistemológico, tomado, como ya se mencionó, de la obra de Th. W. Adorno, P. K. Feyerabend y Gaston Bachelar.

En el capítulo II se identifica, a nivel histórico, el carácter dialéctico (dinámico), evolutivo, en devenir, de la ciencia, ya que la historia de ésta, de sus métodos, su racionalidad, sus leyes, teorías y "actores", deja entrever claramente tal carácter, aunado al aspecto negativo de dialéctica (autocrítica, abandono del tratamiento de contradicciones formales por el de contradicciones reales), a la par de que se identifica también el carácter de diálogo en ciencia. Además, en la última parte se analizan las principales corrientes y/o escuelas de filosofía de la ciencia de los siglos XIX y XX.

Posteriormente, en el capítulo III, a la luz de las ideas de Lakatos y Feyerabend, se identifica cómo el carácter de diálogo está presente en la filosofía de la ciencia, y cómo la obra de dichos autores representa un claro ejemplo de la concepción de la ciencia como proceso dialéctico.

Finalmente, en el capítulo IV, al analizar sucintamente algunos casos específicos en ciencias del siglo XX, en especial la matemática, la física moderna y las lógicas de Tarski y O. L. Reiser, se establece y muestra que "la ciencia es sólo una parte del desarrollo dialéctico del conocimiento humano", lo que a su vez conjunta la tesis inicial sobre cómo es la ciencia, ya que: la historia de la ciencia muestra que hacer ciencia implica reformar ciertos cuadros racionales y aceptar nuevas realidades que se le van presentando al científico (resolver contradicciones reales, no formales), pues como práctica humana requiere de la capacidad y creatividad de este último. Con lo que se habrá conformado una concepción sobre la ciencia que llama la atención sobre sus aspectos prácticos y epistemológicos, desde una visión histórico-filosófica.

CAPÍTULO I

CONCEPTOS GENERALES

I.1 Ciencia

La ciencia es una empresa compleja
que no puede definirse de manera
adecuada en una proposición compacta.

T. Dobzhansky

Según Karl R. Popper: "El mejor modo de estudiar el aumento del conocimiento es estudiar el del conocimiento científico" (Popper, 1999: 16); esta afirmación contiene un grado alto de veracidad, siempre y cuando aceptemos que la ciencia es precisamente el mejor ejemplo de los alcances que la razón humana ha tenido, porque "cuando una afirmación, razonamiento o investigación se denomina "científico", se pretende dar a entender que tiene algún tipo de mérito o una clase especial de fiabilidad." (Chalmers, 2001: 3). Así, en atención a esto y a las concepciones tradicionales[4] sobre la ciencia, se podría decir que la ciencia se asemeja a una construcción bastante sólida de conocimientos probados; es decir: corresponde a un "conocimiento objetivamente probado", o lo que es para muchos: la "creación" más acabada de la razón humana. Sin embargo, cabe señalar que en un contexto histórico, las llamadas ciencias naturales[5] siempre se han concebido como el modelo de ciencia por antonomasia, de aquí que el carácter nomológico[6] de éstas se "imponga" como modelo, además de su carácter experimental; por todo ello, existe un "criterio de demarcación" característico de cierta tradición, entre lo que ha de entenderse como ciencia y lo que no, aunque, desde el establecimiento definitivo, en el siglo XIX, de las llamadas "ciencias del espíritu"[7], ha surgido un debate más extenso y explícito acerca de la naturaleza misma de la ciencia, y en especial, de lo que puede entenderse como conocimiento científico, pues cabe mencionar que tratar de definir lo que es la ciencia resulta ser una empresa bastante compleja, primordialmente por la pluralidad de ciencias que existen.

J. J. Davies (Davies, 1968) escribe en su obra *On the scientific method:* "La ciencia es una estructura asentada sobre hechos", y éstos desde el siglo XX han adquirido una configuración distinta[8], a pesar de que desde Galileo se entendía en gran medida que lo primero es aceptar los hechos y construir después una teoría que concuerde con éstos, contribuyendo con ello a la tan popular concepción inductivista y experimental de la ciencia. Pero actualmente la matematización de las ciencias ha provocado un reajuste de estas concepciones, por lo que las concepciones sobre lo que es ciencia se han ampliado y diversificado, hasta llegar a surgir ciertos debates, en los albores del siglo XXI, que parten de enfoques distintos.[9]

Visión histórica. En general, existen diversas concepciones acerca de la ciencia; sin embargo, cabe señalar que éstas atienden a ciertos elementos básicos:

(1) La ciencia es una actividad racional
(2) La ciencia posee un carácter experimental
(3) La ciencia corresponde a un conjunto ordenado de conocimientos
(4) La ciencia se vale de un método o procedimiento, etc.

En atención a esto, se puede hablar primeramente —como ya se dijo antes— de un concepto tradicional o "clásico", que acepta, en gran medida, una garantía absoluta, en cuanto a la validez y los procedimientos y/o métodos de ésta, lo que se entendería que convierte al conocimiento científico en un grado máximo de conocimiento.

Ya Platón diferenciaba en el *Teetetes* la simple opinión de la verdadera ciencia, en la medida de que esta última corresponde a un conocimiento que pasa por ciertas etapas y es, por tanto, demostrativo, no accidental. Pero resulta claro que la concepción de ciencia que tenían los griegos no era la misma que ahora tenemos, a pesar de que con ellos se insertó el aspecto racional en la labor científica. Platón, con su "teoría de las Ideas", da testimonio de la diferencia entre la concepción griega de la ciencia y la actual; él hablaba de un *mundo sensible* (*Doxa*) y un *mundo inteligible*[10] (*Noesis*), e incluso llegaría a establecer la concepción de *alma* o espíritu (nous), como una entidad que fundamenta la "naturaleza" del hombre y que le permite conocer la realidad. "Así pues, la filosofía platónica llega a una especie de mística, mística de lo inteligible."

(Châtelet, 1998: 53). He aquí el origen de la metafísica, que más tarde Aristóteles habría de desarrollar ampliamente. Pero el hecho sumamente importante en Platón fue haber concebido que el discurso de la ciencia es universal y racional, que la verdadera ciencia corresponde a un conocimiento mucho más válido que la recta opinión, además de diferir con ésta por su conexión.

Aristóteles concluiría que el conocimiento científico es conocimiento de la esencia o substancia elemental, "...consideraba que la investigación científica daba comienzo allí donde se percataba de la existencia de ciertos fenómenos." (Mardones, 2003: 14). La ciencia poseería entonces un carácter necesario; por ello, la labor de los hombres de ciencia estaba supeditada a descubrir esa imagen perfecta impresa en la naturaleza, donde el único medio para hallarla sería la facultad humana llamada *razón* (logos). De esta forma: "la ciencia es conocimiento demostrativo", aquél que permite conocer la causa de un objeto, y el por qué éste no puede ser otra cosa más que lo que es; el conocimiento científico, desde esta perspectiva, habría así de "reflejar" la esencia o sustancia.

La escolástica de la Edad Media afirmaba el carácter demostrativo y necesario de la ciencia aristotélica; Duns Scoto, Occam, Santo Tomás, aceptaron tal carácter. En este sentido, la matemática de Euclides correspondería a un ejemplo preciso de ciencia perfecta. Así pues, se puede hablar de que el concepto de ciencia acuñado por Aristóteles, y desarrollado en la Edad Media, aceptaba que ésta era deductiva. Tal concepción dominaría hasta la llegada de Francis Bacon y la ciencia moderna, aunque no por ello muchos pensadores como Galileo, Spinoza, Descartes, Kant, abandonarían del todo la concepción demostrativa y necesaria de la ciencia (en el sentido aristotélico); por ejemplo, Kant incluiría un nuevo término: el de "unidad sistemática".

De esta forma, toda concepción "clásica" o tradicional de la ciencia, ya sea en círculos científicos, académicos o filosóficos (Pérez-Tamayo, 2008: 39-41) resalta lo siguiente:

- La ciencia estudia la naturaleza o los fenómenos naturales.
- La ciencia tiene como objetivo comprender tales fenómenos.
- El "método científico" corresponde a las distintas técnicas y/o procedimientos que siguen las ciencias para conocer el mundo.

- Los resultados de la ciencia constituyen un cierto tipo de conocimiento, llamado "conocimiento científico".
- El conocimiento científico es universal.
- A su vez, el conocimiento científico es sistemático y está ordenado deductivamente.
- La ciencia corresponde a una actividad humana, como el arte o la política.
- Al ser una actividad humana, la ciencia es como el arte: creación.

De aquí que la presente investigación se encuentra, en cierta forma, desligada de algunos aspectos de la concepción "clásica", puesto que la mayoría de las concepciones de este tipo resultan ser prescriptivas, dicen lo que la ciencia "es" o debería ser, a diferencia de la postura de la presente tesis, puesto que no se pretende decir *qué es la ciencia*, sino *cómo es la ciencia,* por lo que puede entenderse que nuestra empresa ha de ser descriptiva.

En relación con lo dicho anteriormente, la concepción moderna o no tradicional de la ciencia resalta que ésta posee un carácter no esencialista sino descriptivo, es decir, una cosa es el fenómeno y otra el *nóumeno*[11]. Basta señalar que hasta el Renacimiento, la ciencia se hacía aceptando inicialmente que ya se han descubierto las causas, considerando a éstas como un conjunto de principios, y explicando el fenómeno a partir de éstos. Así, en atención con esto, Bacon distinguía entre "*anticipación e interpretación,* donde esta última consiste en *conducir a los hombres frente a los hechos particulares y a sus órdenes*" (Abbagnano, 1998: 165), en la anticipación se acepta que las causas ya han sido descubiertas, y la interpretación consiste en observar y hacer experimentos; sin embargo, Newton consolidó el carácter descriptivo de la ciencia, al oponer el método de *análisis* al de *síntesis.* De esta manera, la ciencia adquiriría por tanto un sentido inductivo, de experimentación con el objeto de estudio, donde a partir de casos particulares se llega a una generalización; más aún, el método científico establecido por Galileo habría de adquirir alturas realmente excepcionales.

La filosofía de la Ilustración se apegó fielmente a las ideas newtonianas; Kant desarrollaría su concepción sistemática, que D'Alembert consideraba una concepción inútil, tanto para ésta como para la filosofía. Y llegaría Hume a dar una crítica radical del principio de inducción, en el que se había basado la concepción "clásica" de la

ciencia[12]. Lo que convierte a Hume en un crítico de la concepción "clásica" de la ciencia, principalmente también porque no aceptó que necesariamente el conocimiento científico fuera absoluto.

En el siglo XIX las ideas más importantes sobre el concepto de ciencia le competen a la filosofía positiva. Ésta tuvo una gran influencia en el ámbito científico, aunque precisamente hay que señalar que gran parte de las ideas positivistas están configuradas en atención al contexto histórico propio del siglo XIX, y al estadio de conocimiento y prestigio que la ciencia fue adquiriendo en dicho siglo, según Comte

> El carácter fundamental de la filosofía positiva es el de considerar todos los fenómenos como sujetos a leyes naturales invariables, cuyo descubrimiento preciso y cuya reducción al menor número posible son las finalidades de todos nuestros esfuerzos, en tanto consideremos como absolutamente inaccesible y privada de sentido la búsqueda de las que denominamos causas, sean éstas primarias o finales. (Comte, 1987: 1ª Lección)

Aquí aparece de nuevo el carácter nomológico atribuido a las ciencias naturales, aunque basta señalar que las concepciones positivistas provocaron diversas polémicas, principalmente en el siglo XX, aunado al hecho del desarrollo y consolidación de las ciencias humanas.

Asimismo, el carácter descriptivo de la ciencia no considera que ésta consista en un reflejo o reproducción congruente de los hechos, es decir, no es esencialista. Mach habría de aceptar el carácter descriptivo incluyendo, a su vez, una función *económica,* al considerar las relaciones entre los hechos, lo cual convierte a la ciencia en una descripción económica y abreviada de éstos mismos.

En el siglo XX tanto Henri Bergson como Dewey han hablado del carácter descriptivo de la ciencia, éste último menciona:

> Como en la ciencia los sentidos son determinados en razón de su relación recíproca como sentidos, las *relaciones* se convierten en objetos de la investigación y las cualidades se relegan a un segundo plano, desempeñando un papel únicamente en la medida en que ayudan al establecimiento de relaciones. (Dewey, 1950: 134)

La ciencia tiene, a su vez, la capacidad de explicar y predecir, por ello, las relaciones, a la sazón de Dewey, corresponden a los *objetos* más importantes de la investigación científica, en el sentido de que precisamente son éstas las que influyen en el desarrollo de la investigación, fijando un cierto rumbo y alcances de ésta; sin embargo, el aceptar extensivamente dicha concepción implicaría problemas epistemológicos que quedan fuera de los alcances de la presente tesis, lo importante es señalar que tanto Dewey como Bergson se apegan a la concepción descriptiva, no esencialista de la ciencia.

Para el *Círculo de Viena,* en especial Rudolf Carnap (Carnap, 1988), los enunciados científicos, y en sí misma la ciencia, deben estar separados de cualquier carácter metafísico; toda proposición es científica si posee una condición de verificación, y el lenguaje científico adquiere un verdadero significado sólo si satisface ciertas condiciones empíricas, aunque de una u otra forma, actualmente en el seno de la filosofía de la ciencia, se considera que las ideas de Carnap contienen ciertos tintes ortodoxos[13].

La ciencia, para algunas escuelas epistemológicas, contiene como garantía de validez su *autocorregibilidad,* es decir, acepta que es falible. Sería uno de los mayores filósofos del siglo XX el que habría de desarrollar dicha idea: Karl R. Popper. Para éste la ciencia no debe considerarse como verificable en sí misma, sino que debe considerar susceptible la demostración de la *falsedad* de las proposiciones (enunciados) científicas. “La ciencia progresa gracias al ensayo y al error, a las conjeturas y refutaciones.” (Chalmers, 2001: 59). Sin embargo, Popper es eminentemente racionalista; su criterio de demarcación deja a un lado a diversas ciencias humanas. Él mismo intentó demostrar, por ejemplo, lo no-científico del psicoanálisis, al no ser las proposiciones de éste susceptibles de falsación. Por el momento no resulta relevante polemizar con sus ideas; tan sólo se desea señalar que su concepción sobre la ciencia tampoco es precisamente esencialista, aunque se apega más a la concepción tradicional o “clásica”.

Cabe mencionar que existen otras diversas concepciones, acuñadas principalmente por filósofos de la ciencia, que corresponden a una crítica al concepto “clásico” de ciencia. Una de éstas la configuró Thomas S. Kuhn, que introdujo el aspecto histórico como componente importante en la filosofía de la ciencia, y a su vez: caracterizó que existe una evolución cíclica en la historia de la ciencia, a saber: ciencia

normal; crisis; revolución; y nueva ciencia normal[14] (Pérez-Tamayo, 2008: 105-120). De esta forma, cabe mencionar también que la imagen que Kuhn tenía sobre la ciencia es distinta a como la mayoría de los científicos y filósofos de la ciencia la concebían en la década de los sesentas del siglo pasado. Lo más importante es que se introduce el aspecto histórico para comprender la estructura de la ciencia, lo que precisamente resulta ser una componente esencial en la presente investigación.

En atención a lo dicho en el párrafo anterior, es menester señalar que la obra de Paul K. Feyerabend[15] se inserta en ese tipo de posturas que se han dado en llamar no ortodoxas, construidas desde una perspectiva histórica, ya que precisamente la tesis posee tales características. Así, en este trabajo se concibe que la ciencia no es esa diosa que ha de dar todas las respuestas, "los argumentos a favor de la ciencia o del racionalismo occidental emplean ciertos valores." (Feyerabend, 1996: 60). Y son estos valores los que nos hacen aceptar y preferir sus "productos" a los de otras tradiciones, porque:

> ¿Qué es la ciencia? Por una parte, es una de las ramas del pensamiento que sólo difiere de las demás formas de pensamiento por su modo de aplicación en el campo empírico, y su manera hipotético-verificadora de desarrollarse. Por otra, es la fuente de la técnica mecánica, organizadora, racionalizadora moderna, y en cierto modo segrega la *infraestructura* de la sociedad. (Morin, 1984: 16)

Tanto Feyerabend como Edgar Morin han señalado la importancia de considerar el aspecto social e histórico de la ciencia; de aquí que, desde esta perspectiva, no sea posible del todo acotar o establecer una concepción concreta y clara de la ciencia o la empresa científica. Además, al estar ésta "preñada" de valores como la efectividad de sus productos, el dominio de la naturaleza, sus explicaciones abstractas (Feyerabend, 1996: 60), provoca la notable preferencia e importancia histórica que se le ha dado, demeritando notablemente a otras actividades humanas.

Ahora bien, I. Hacking, en su obra *Representing and intervening* (1983), realiza una crítica importante a las posturas que, en el seno de la filosofía de la ciencia, se conocen como "realismo científico", puesto que éste concibe que existe una realidad exterior que la ciencia intenta conocer, por lo que las proposiciones científicas resultan ser genuinas en tanto ciertos resultados no las contradigan, dando como resultado que

uno de los objetivos primordiales de la ciencia sea la verdad, lo que claramente hace que el realismo científico "empalme" con la concepción "clásica" de la ciencia. Hacking caracteriza al realismo científico con las siguientes palabras:

> El realismo científico dice que las entidades, los estados y los procesos descritos por teorías correctas realmente existen. Los protones, los fotones, los campos de fuerza y los hoyos negros son tan reales como las uñas de los pies, las turbinas, los remolinos de una corriente y los volcanes. Las interacciones débiles de la física de partículas elementales son tan reales como enamorarse. Las teorías acerca de la estructura de las moléculas que contienen el material genético son o bien falsas o bien verdaderas, y la teoría genuinamente correcta sería la teoría verdadera. (Hacking, 1983: 21)

Se observa aquí que el realismo científico que caracteriza Hacking resalta la importancia de la verificación experimental en las teorías científicas, puesto que si un experimento corrobora algún resultado previsto por la teoría, tales hechos muestran la realidad de la teoría, de aquí que se diga que ésta es verdadera. A pesar de todo, el realismo científico, como ya se dijo, concibe a la ciencia desde el enfoque "clásico". Además, resalta la importancia de las teorías, en el sentido de que:

- Las teorías científicas más recientes se acercan más a la verdad que las anteriores.
- Los términos observacionales y teóricos de las teorías científicas tienen elementos genuinos.
- Las teorías anteriores pueden ser incluidas en las teorías nuevas (reduccionismo interteórico).
- Las nuevas teorías deben explicar el éxito de las teorías anteriores. (Pérez-Tamayo, 2008: Capítulo 9)

Resulta justificable la crítica de I. Laudan (Laudan, 1990), tanto desde el carácter histórico como experimental. Una teoría científica no necesariamente se estructura a partir del ámbito conceptual y metodológico de su predecesora; además, el éxito experimental de la ciencia no se debe específicamente a la verificación de teorías, ni tampoco dicho éxito puede tomarse como referente de su veracidad. Cabe señalar que

parte de la crítica de Laudan se asemeja a la hecha por Feyerabend, en el sentido de que ciertos desarrollos teóricos fueron hechos debido a que los hombres de ciencia "violaron" o hicieron caso omiso de las reglas propias de la ciencia de su época. Pero finalmente, el problema del reduccionismo ha sido notablemente criticado, incluso por Feyerabend.

Durante el siglo XX, sobre todo con los trabajos del sociólogo Karl Mannheim, se fue estructurando una corriente epistemológica conocida como *constructivismo,* la cual concibe el conocimiento como resultado de situaciones históricas y sociales concretas, por lo que, trasladando dicha postura al seno de la filosofía de la ciencia, se ha de entender que los constructivistas afirman que el contenido de la ciencia se construye socialmente. Así, I. Hacking, en uno de sus textos (Hacking, 1999) básicos comenta lo que a su parecer son los puntos centrales a dilucidar por el constructivismo:

(1) Si es posible concebir que los elementos fundamentales de la ciencia pueden ser contingentes o inevitables.
(2) Si los conceptos y/o categorías científicos son inmanentes a la estructura del mundo ó si corresponden a la manera en que los científicos los construyen.
(3) Si a su vez, las teorías y explicaciones científicas han de integrar factores externos a su "construcción", tales como factores sociales, políticos, éticos, etc.

Revisando cada uno de éstos, es posible identificar, por ejemplo, que el punto uno está vinculado a ciertas discusiones que a lo largo de la historia se han presentado en torno a la estructura de la ciencia, pues resulta que tanto la labor del científico, como las herramientas que éste usa para comprender y explicar cualquier fenómeno, no están necesariamente determinadas por factores externos, a pesar de que existen casos que apoyen tal posibilidad. El segundo punto se vincula a los debates entre aquéllos que conciben que sí se puede tener un conocimiento completo de la realidad, y los que conciben que éste sólo es parcial, dando como consecuencia que se identifiquen aquí de nuevo los problemas para conceptuar lo que la ciencia es. Finalmente, el tercer punto resalta la "naturaleza" de los debates actuales en torno a la estructura de la ciencia, puesto que desde el simple hecho de insertar como elemento importante a la historia de la ciencia, la forma en que ésta se concibe actualmente obedece a ciertas consecuencias

que tal postura denota. Cabe señalar que parte de las tesis de la presente investigación se apegan, en cierta forma, a estas ideas, aunque precisamente las posturas constructivistas tienden a ser un tanto prescriptivas, pues afirman lo que la ciencia es o debe ser. En este sentido la presente investigación se separa del constructivismo, pero en lo que concierne a considerar los aspectos sociales e históricos se encuentra un tanto vinculada.

Existen también algunas posturas en la filosofía de la ciencia llamadas *relativistas*[16], que dan cuenta de ciertos aspectos de la estructura de la ciencia; los más clásicos argumentan que (Laudan, 1996):

(1) Los hechos científicos no necesariamente pueden justificar toda teoría científica, de manera que cualquier teoría puede mantenerse si ésta es suficientemente racional (relativismo epistémico).
(2) Los criterios con los que se evalúan las teorías son convencionales (relativismo epistemológico).
(3) Toda visión y/o explicación del mundo llega a resultar ininteligible frente a otra visión rival (relativismo lingüístico).

Tomando como referencia estos puntos, Laudan concluye que las posturas relativistas han fracasado, puesto que no desarrollaron ningún programa de investigación, y sus puntos no alcanzan a explicar la manera en que se construyen las ciencias naturales; además, incluye a Kuhn, Feyerabend o Quine como representantes de tal postura. De este hecho sólo es posible mencionar que parte de las posturas relativistas están separadas de la práctica científica real, sobre todo en el aspecto experimental; a su vez, si puede o no considerarse a Feyerabend como relativista es algo que no corresponde al interés de la presente investigación, puesto que como ya se mencionó, muchas de sus ideas se habrán de retomar sólo porque se apegan a la postura metodológica y epistemológica de la tesis.

Autores como Feyerabend, Morin, Bachelard, Laudan, entre otros, constituyen una alternativa al concepto "clásico" de ciencia. Es menester mencionar algunas otras alternativas a dicho concepto. Una de las más sobresalientes es la que se ha dado en llamar *Pluralismo*, propugnada, entre otros, por el filósofo mexicano León Olivé (Olivé, 2000), quien plantea "la existencia de distintas maneras legítimas de tener acceso

epistémico a la realidad, por medio del conocimiento científico en su amplia variedad, pero sin caer en el realismo tradicional ni en los excesos del constructivismo a ultranza…" (Pérez-Tamayo, 2008: 195). Desde tal perspectiva se ha de entender, por ejemplo, que una teoría científica, en cuanto a su forma y contenido, se encuentra determinada por una combinación de estructuras causales, de marcos conceptuales y de sistemas empíricos en uso. Así, un pluralista no se apega a visiones absolutistas de la ciencia (concepción "clásica") ni a relativismos acérrimos. Finalmente, desde la concepción pluralista de Olivé, se identifican las siguientes tesis:

- La ciencia no tiene una esencia que la constituya como tal.
- El carácter teleológico de la ciencia, desde la visión "clásica" no representa una realidad para ésta.
- No existe un único conjunto de reglas metodológicas que sean las que se deban seguir en la ciencia.
- El progreso de la ciencia sólo puede ser evaluado en base a ciertos fines, valores y reglas propios de un contexto

Si bien es cierto, el pluralismo corre el riesgo de identificarse con un relativismo a la usanza de Feyerabend, aunque no se apega al "todo vale" en ciencia; sólo plantea que habría que tomar más en cuenta a la "labor real" de la ciencia para extraer de ahí diversas concepciones sobre ésta, reconociendo a su vez la diversidad de enfoques metodológicos y epistemológicos en la historia de la ciencia, considerando que todos son ciertamente legítimos y contribuyen a explicar ciertos ámbitos, a pesar de que sean contradictorios entre sí. Baste aquí señalar que la postura de la presente investigación marca cierta simpatía por el enfoque pluralista, aunque en algunos aspectos se "aleje" de éste.

Para Ruy Pérez Tamayo (Pérez-Tamayo, 2008) existe actualmente un debate constante en la filosofía de la ciencia, en el que principalmente pueden caracterizarse dos posturas: los *realistas* y los *constructivistas*[17]. Los primeros serían, en cierta forma, partidarios del concepto tradicional o "clásico" de la ciencia, con algunos "bemoles"; los segundos se apegarían a un concepto más relajado, y corresponderían a una crítica al concepto "clásico". Para este autor, el debate actual no deja de agotarse, lo cual puede

verse como algo fructífero; la diferencia de fondo estriba en que algunas tesis de ambas posturas dejan de lado la práctica real de la ciencia. En general, puede decirse aquí que las posturas más sobresalientes, desde la antigüedad hasta el siglo XIX, y a lo largo del siglo XX y hasta los albores del XXI, que han intentado dar cuenta de la estructura de la ciencia, pueden resumirse en:

- Racionalistas
- Empiristas
- Positivistas
- Positivistas lógicos
- Realistas
- Racionalistas críticos
- Relativistas
- Constructivistas
- Irracionalistas

Con lo cual se observa que el concepto de ciencia, en una perspectiva histórica, ha estado supeditado a un sentido de diálogo, es decir: dialéctico[18]. Más aún, en atención al enfoque teórico del presente trabajo, se ha de mostrar que la ciencia es una actividad y un conocimiento que acepta y ha de aceptar criticarse a sí misma[19], y los conceptos científicos no pueden considerarse como absolutos, pues como se verá, no sólo históricamente, la ciencia no es autárquica. Esto último se hará tanto en sentido metodológico como epistemológico, pero también desde una perspectiva histórica, atendiendo a un enfoque epistemológico que relaciona la obra de Feyerabend y Bachelard, y que toma ciertas características del concepto de *dialéctica negativa* de Theodor W. Adorno; de aquí se habrá de desprender que la ciencia es como un proceso dialéctico. Asimismo, a lo largo de la tesis se ha de corroborar el hecho de que:

> *La ciencia, al ser una actividad entre muchas otras que realiza el hombre, no sólo es falible, evolutiva y parcial, sino también muestra una de tantas facetas del espíritu humano[20], en su camino hacia el conocimiento. La ciencia como proceso dialéctico.*

Es decir, la pregunta fundamental que se ha de intentar responder no es *¿qué es la ciencia?,* sino ¿cómo es la ciencia? Con lo que se incluye a su vez un cierto tipo de respuesta muy distinta a las tradicionales.

I.2 Dialéctica

> La ciencia, suma de pruebas y de experiencias,
> de reglas y de leyes, de evidencias y de hechos,
> necesita, pues, una filosofía con dos polos.
> Más exactamente, necesita un desarrollo dialéctico,
> porque cada noción se esclarece en forma complementaria
> con dos puntos de vista filosóficos diferentes.
>
> **Gaston Bachelard**.

En principio, la dialéctica es un proceso en el cual se suponen dos protagonistas, dos principios o dos actividades; pero en su acepción más concreta, se ha de tratar desde un punto de vista histórico, que en general comprende cuatro acepciones:

(1) ***Método de la división.*** Derivada de diálogo, para Platón la dialéctica es un método inductivo y sintético, una especie de técnica de investigación, que se realiza por medio de cierta colaboración entre dos o más personas, porque la filosofía para Platón no es precisamente un asunto privado, sino la obra de un grupo de hombres que discuten problemas fundamentales. Así pues, corresponde al punto más elevado en que puede llegar una investigación bien dirigida. Platón afirma en *La República* la naturaleza de la dialéctica, concibiéndola como un procedimiento que se remonta a la idea, como punto de partida que ha de finalizar en la conclusión. Lo anterior corresponde al primer momento del *proceso dialéctico* platónico, que consiste en compactar en una sola idea o noción aquello que resulta disperso o contradictorio, para después definir la idea precisa y hacerla susceptible de comunicarse. El segundo proceso, desarrollado en detalle en los diálogos posteriores como *El Fedro* o *El Sofista*,

corresponde al método de la división, que consiste en dividir sucesivamente la idea en todas sus vertientes posibles, evitando la confusión entre formas distintas. La caracterización más simple de la dialéctica platónica es aquella en la que, una vez definida la idea, se separa ésta en dos partes (derecha e izquierda), cada una caracterizada por la presencia o la ausencia de un determinado carácter; sucesivamente ambas partes se dividen a su vez en derecha e izquierda, deteniéndose el procedimiento en un punto determinado.[21]

(2) ***Lógica de lo probable.*** Procedimiento racional no demostrativo, parte de premisas probables y no verdaderas. En la filosofía de Aristóteles la dialéctica presenta a la pregunta como alternativa; llama silogismo dialéctico a aquél que parte no de premisas verdaderas sino probables, que son generalmente admitidas. Para Aristóteles, el precursor de esta concepción era Zenón de Elea, en su tesis sobre la refutación del movimiento. A nivel histórico tal concepción sería un tanto olvidada por la Escolástica temprana hasta el siglo XII; ejemplo de esto son las concepciones de Pedro Hispano o Juan de Salisbury, que ven a la dialéctica como "ciencia de las cosas probables". Pero sería Kant el que habría de retomar tal concepción, presente en su *Crítica de la razón pura* (Dialéctica trascendental), y que corresponde a una "lógica de la apariencia", pues según él ésta se fundamenta en principios subjetivos, haciéndolos parecer por objetivos, pues como dejó ver en su obra: todo juicio sintético *a priori* es indemostrable, además de entender a la dialéctica como un procedimiento sofístico.[22]

(3) ***Lógica en sí.*** Los Estoicos consideraban a la dialéctica como aquella parte de la lógica que no es retórica, la cual apelaba al razonamiento para a partir de lo más comprensible, hacer claro lo no comprensible. Así, la dialéctica se entendía como aquella ciencia de la discusión recta, donde la demostración consiste en servir a las cosas más comprensibles para explicar las menos comprensibles. Para los Estoicos, la base de una demostración se apoya en los razonamientos *anapodícticos* (los no demostrables), los cuales son inmediatos, es decir, un razonamiento anapodíctico corresponde a la base de los demás razonamientos. Además, todo razonamiento era para los estoicos aquel que consta de premisas y

de conclusión, siendo en sí mismo un silogismo, pues a su vez, la lógica la entendían como la teoría de los signos y de las cosas significadas. Incluso Cicerón adoptaría este sentido de la dialéctica, pues la entendía como el arte de definir, aclarar, distinguir, para finalmente obtener una regla que juzgue lo verdadero de lo falso.[23]

(4) ***Síntesis de los opuestos.*** Este principio ya había sido establecido por Fichte (el Yo y el No-yo como opuestos), pero sería desarrollado por Hegel, para el cual la dialéctica es la naturaleza misma del pensamiento.[24] "En su carácter peculiar, la dialéctica es, por el contrario, la propia y verdadera naturaleza de las determinaciones intelectuales de las cosas y de lo finito en general." (Hegel, 2002: 74). Es, por tanto, la resolución de las contradicciones, en la que queda envuelta la realidad finita, que es objeto del entendimiento; así, la naturaleza de la realidad es dialéctica. "La dialéctica forma, pues, el alma motriz del progreso científico, y es el principio por el cual solamente la conexión inmanente y la necesidad entran en el contenido de la ciencia…" (Hegel, 2002: 74). Porque aquello que resulta de la dialéctica no son conceptos abstractos, sino "pensamientos concretos", es decir, realidades verdaderas y propias. Hegel distingue tres momentos del proceso dialéctico: momento intelectual (donde se está en posesión de un concepto "adstracto y limitado"[25]), momento dialéctico (supresión del concepto, considerado finito, dando paso a su *opuesto*), y momento especulativo o positivo (la síntesis de las dos determinaciones u opuestos); los cuales corresponden a tesis, antítesis y síntesis, respectivamente. Finalmente, cabe resaltar que Hegel tuvo su antecedente en Heráclito, para el cual lo absoluto corresponde a la "unidad de los opuestos", como una realidad objetiva o "inmanente al objeto".[26]

Basta señalar aquí que la dialéctica de Hegel es una dialéctica de esencias; por algo es una ontología que disuelve la esencia en la unidad de lo idéntico y lo no-idéntico (el ente y el no-ente), pero toda ontología mantiene un carácter que la hace estar exenta de justificación, que rehúye en cierta forma el problema del conocimiento. "Sin embargo, Hegel como Kant y toda la tradición, incluido Platón, toma partido por la

unidad. La negación abstracta de ésta tampoco cuadra con el pensamiento." (Adorno, 2005: 153). No cuadra con el pensamiento pues la no-identidad es la diferencia de la identidad, no su contraria, por algo no son sustantivos, sujetos opuestos, y así, no hay síntesis, en la visión de Hegel. La dialéctica en la que se ha de fundar la presente tesis no es ontología, sólo plantea la diferencia en la negación de sí mismo; es una dialéctica del concepto y su negación, sin entender que éste sea la esencia. En este sentido va encaminado el concepto de dialéctica que se ha de acuñar, pero antes de desarrollarlo en detalle, es menester mencionar lo siguiente:

Para Mario Bunge, no es posible concebir una "ontología dialéctica"[27], puesto que:

> La dialéctica resulta atractiva por dos motivos. Primero, porque el conflicto es un hecho característico de la vida. Segundo, porque el concepto de contradicción es tan confuso que casi todo parece ser un ejemplo de ello. [...] Pero, debido precisamente a esta falta de claridad, la dialéctica es más un juego de palabras que una ontología rigurosa. (Bunge, 2002: 43)

Según Bunge, no todo está compuesto de opuestos, ya que existen ciertas entidades que son elementales (quarks, fotones, gluones, mesones...), y además, no sólo el conflicto es evidente en todos los niveles, también lo es la cooperación, puesto que "la dialéctica exhibe sólo una cara de la moneda, el conflicto, y obstaculiza a la vez la visión de la otra cara, la cooperación" (Bunge, 2002: 44). Aunque aquí resulta claro que no será el conflicto una de las características esenciales del concepto de dialéctica que ha de establecerse; lo característico de este concepto es la autocrítica, pues se está proponiendo que la ciencia debe atender a un movimiento —proceso— dialéctico, en cuanto autocrítica de ella misma.

Así, como decía François Châtelet:

> De ser oídos, proponemos que durante los veinte años venideros los teóricos que tienen el sentido de su misión renuncien a emplear la palabra "dialéctica" y se comprometan, siempre que esta palabra acuda a sus mentes, a tratar de definir

rigurosamente de qué se trata. (Châtelet, 1989: 103)

Por tanto, primeramente establezcamos lo que se ha de entender aquí por dialéctica:

> *Derivada de diálogo, el usar el lenguaje, el discurso, no para reflejar precisamente confusiones, sino para interrogar a lo real (carácter inmanente de la ciencia), para quebrantar lo infundado y sacar a la luz aquello que subsiste bajo las apariencias.*

Esta concepción se deriva directamente de la concepción platónica; sin embargo, no ha de hablarse, desde ésta noción, de momentos dialécticos como en la teoría de Platón, sino simplemente referirse al diálogo implícito en el desarrollo histórico de la ciencia, que hace avanzar a ésta y que permite su desenvolvimiento efectivo. Este sentido tiene un carácter metodológico, y se ejemplifica en los capítulos II (historia de la ciencia) y III (diálogo, contraposición y crítica en la filosofía de la ciencia, la polémica Lakatos-Feyerabend).

I.2.1 Dialéctica Negativa

Ahora bien, en su carácter epistemológico, el concepto de dialéctica acuñado en la presente tesis tiene como marco teórico el concepto de "dialéctica negativa" de Theodor W. Adorno. Por ello, primeramente se habrá de entender que para Adorno la dialéctica no es una ley del pensamiento, como lo es en la dialéctica hegeliana, sino que es más bien una ley real, por lo que habrá que entender a su vez que no es posible afirmar que la realidad es racional,[28] con lo que se identifica que la dialéctica negativa es la no afirmación entre razón y realidad, entre sujeto y objeto y entre el objeto y su concepto. Así, la dialéctica, concebida desde la óptica de Adorno, muestra el carácter contradictorio de la razón humana, ya que existe una contradicción entre lo que la cosa es y lo que la razón experimenta de ella. Si hay contradicción, en cierta medida, ésta es producto de la razón.[29]

> De hecho, sería atinado definir el objetivo de Adorno como alcanzar la inestabilidad cognoscitiva, un *des*-equilibrio entre estructuras de conciencia y las de la realidad. Esto es, de hecho, el meollo de su filosofía de la "dialéctica negativa". (Buck-Morss, 1993: 182)

Para Adorno el pensamiento tiende a confundir entre contradicciones reales y contradicciones lógicas; por ello, tradicionalmente, se ha enfrascado en eliminar las contradicciones lógicas, olvidándose de las contradicciones reales: ¿acaso no la dialéctica hegeliana afirma que la contradicción es inherente al pensamiento, y de ahí, traslada ésta a la realidad? Así, se ha enfrascado el pensamiento en tratar identidades, en afirmar la concordancia entre lo pensado y la cosa, eliminando, o tratando de eliminar toda contradicción lógica; por ello, desde la dialéctica negativa de Adorno se denuncia el sentido dogmático tanto de la ontología como del positivismo. Tal dialéctica implica la negación de las posturas adoptadas y de las adoptables.

> No sólo el pensamiento científico, sino más aún la ontología fundamental contradicen mis convicciones acerca de las tareas actuales de la filosofía. Ahora bien, un pensamiento que no parte de la concordancia consigo mismo, sino de relaciones objetivas, no suele acreditar su derecho a existir refutando las objeciones que se le opongan, sino por su fecundidad. (Adorno, 1991: 100)

En este sentido, la ciencia contemporánea ha dado un paso importante al abandonar el estatuto de certeza o verdad absoluta en sus proposiciones; no ha de plantearse en la presente investigación una autarquía del pensamiento científico, ya que esto derogaría toda propensión a la autorreflexión. Así, desde la concepción de dialéctica negativa de Adorno, se propone que la ciencia atiende a un movimiento dialéctico, en cuanto autocrítica de ella misma, en cuanto a la autocrítica de los conceptos científicos.

> La dialéctica en cuanto procedimiento significa pensar en contradicciones por mor de y contra la contradicción otrora experimentada en la cosa. Una contradicción en la realidad es una contradicción contra ésta. Pero tal dialéctica ya no se puede conciliar con Hegel. Su movimiento ya no tiende a la identidad en la diferencia entre cada objeto y su concepto; más bien sospecha de lo idéntico. La suya es una lógica

> de la desintegración: de la figura aprestada y objetualizada de los conceptos que en principio el sujeto cognoscente tiene inmediatamente ante sí. Su identidad con el sujeto es la no-verdad. (Adorno, 2005: 141)

La dialéctica negativa rechaza el principio de unidad, de identidad, y la omnipotencia y superioridad del concepto, pues para Adorno un proceso de conocimiento referido a la identidad conduce a construir una totalidad subjetivo-objetiva, que tiende a ser excluyente. Sujeto y objeto están en crítica referencia uno con respecto a otro. La dialéctica negativa es un intento de liberar a la dialéctica de todo resultado positivo, de toda pre-su-posición, ya que el pensamiento también reproduce la contradicción, lo heterogéneo. El pensamiento, la ciencia misma es capaz de pensar contra sí misma sin renunciar a sí misma. No hay negación positiva —a la sazón de Hegel—, hay una dialéctica negativa, una reflexión sobre el propio *accionar* del pensamiento, y por tanto, de la ciencia.

Así, en cierta forma, la ciencia no sólo produce conocimiento objetivo del mundo, también llega a producir un control de significados que influyen sobre el accionar social, de aquí que el concepto de dialéctica, en atención a Adorno, posea un carácter más crítico, es por tanto: una dialéctica del concepto y su negación. Pues Adorno critica la tendencia del principio de identidad a mantenerse absoluto en todas sus formas, dando como resultado que con dicha tendencia se pierda la historicidad de éste y lo no-idéntico. El pensamiento identificador, del cual la ciencia en su concepción "clásica" posee algunos rasgos, asume una función clasificatoria, subsumidora e igualadora de los conceptos, olvidándose de su carácter histórico y autocrítico, pues cabe señalar que "la vida de la cosa no se agota en su fijación conceptual". Para Adorno, "las funciones trascendentales del conocimiento no menos que la conciencia empírica son resultado histórico." (Zamora, 2004: 198)

Por tanto, Adorno critica el principio de identidad[30] desde la perspectiva de que un yo siempre ha de mantenerse el mismo en todas sus experiencias; es una crítica de:

- A=A
- El pensamiento como universalidad lógica
- La coincidencia entre sujeto y objeto

Basta señalar que en el "plano de la realidad" siempre se han de manifestar las diferencias y las contradicciones, a pesar de que en el "plano gnoseológico" se intente una identidad conceptual. Por lo que en este trabajo se propugna porque el contenido de los conceptos científicos sea algo abierto, no algo que se pueda definir *a priori*, ya que ellos poseen un carácter histórico y contradictorio. En este sentido se mostrará que la ciencia corresponde a una crítica constante de sí misma, sin pretender ser prescriptivos, lo que conlleva a que en sí misma pueda aceptar una crítica de su conocimiento. Así, toda proposición científica que tenga una antítesis, y que logre superarse mediante ésta no agota ahí todo su potencial; el momento de superación no es definitivo. Un concepto o una teoría científica no se abandonan por el simple hecho de que llegue algo que los supere o los contradiga. Se trata de recurrir al pasado científico de los conceptos o teorías contra ellos mismos, criticándolos para superarlos, pero sin abandonarlos. "Lo pensado no es la conclusión de lo pensante."

Finalmente, a pesar de que ha de introducirse parte de la obra de Gaston Bachelard en la sección I.6 y en el capítulo IV, es menester mencionar aquí que:

> Toda *La philosophie du non*[31] expone esta dialéctica de la negación y del no, donde los que son dialectizados son los conceptos y el pensamiento científicos, gracias al acoplamiento que se produce entre la razón y la experiencia a partir de la aplicación de los conceptos (Vadée, 1977: 163).

Es decir, en ciencia ha de haber ciertas *rupturas* epistemológicas[32] que corresponden a un movimiento del saber, implicando acaso la negación de conceptos, no su rechazo.

> Todo progreso real en el pensamiento científico necesita una conversión. Los problemas del pensamiento científico contemporáneo determinaron transformaciones hasta en los propios principios del conocimiento. (Bachelard, 1993: 11)

Así, se ha argumentado ampliamente, en la literatura sobre la obra de Bachelard, que las "dialécticas" de Bachelard no son dialécticas de la contradicción lógica, sino de complementariedad, en la que los conceptos o teorías viejos llegan a estar contenidos en

los nuevos[33]; por tanto, el concepto de dialéctica que se ha de acuñar, en atención a Adorno, está en cierta forma relacionado con el de Bachelard, sólo en el sentido de que la dialéctica negativa tampoco es una dialéctica de la contradicción lógica, y más aún, tienen que ver las "dialécticas bachelardianas" con el primer concepto[34], en el sentido de diálogo entre concepciones que marcan la diferencia, no de negación de sí mismo para rechazar lo negado, aunque de todos modos, algunas de sus ideas llegarán a formar parte de la tesis, así como también las de Feyerabend.

En la última parte del presente capítulo (I.6 Enfoque Epistemológico), se tendrá oportunidad de discutir más ampliamente sobre los puntos de interrelación entre las filosofías de Adorno, Bachelard y Feyerabend, como marco teórico fundamental de este trabajo.

I.3 Método Científico

El método científico es el que siguen
los hombres de ciencia en sus laboratorios
o gabinetes, cuando se dedican a la
investigación científica.

Arturo Rosenblueth

Cualquiera que intente definir el concepto de *método científico*, ha de enfrentarse a la idea de técnica o procedimiento para tratar y resolver un conjunto de problemas, los cuales, entiéndase bien, corresponden a aquéllos propios de la ciencia; ya Mario Bunge menciona que:

> Los problemas del conocimiento, a diferencia de los del lenguaje o los de la acción, requieren la invención o la aplicación de procedimientos especiales adecuados para los varios estadios del tratamiento de los problemas, desde el mero enunciado de éstos hasta el control de las soluciones propuestas. (Bunge, 1969: cap. I)

Aunque precisamente esos procedimientos especiales o técnicas posean un carácter *singular*, en atención al tipo de ciencia a la que pertenezca el problema en

cuestión. Si bien es cierto que el método científico es aquel *procedimiento* general que ha de aplicarse a toda investigación científica, resulta importante distinguir entre ciertas reglas metodológicas en sentido empírico, propias de cada ciencia, las cuales difieren de las reglas de la lógica que, de manera evidente, también están presentes en el seno mismo de la ciencia. Para Popper, las reglas metodológicas pueden considerarse como *convenciones*, si corresponden precisamente a las reglas de la ciencia empírica, porque resulta claro que: "El juego de la ciencia, en principio, no se acaba nunca" (Popper, 1999: 52). Así, se considera, en primer lugar, y en atención a las concepciones "clásicas" de la ciencia, que el método científico es un procedimiento general que se aplica al ciclo entero de la investigación en la ciencia, pues: "El método científico y la finalidad a la cual se aplica (conocimiento objetivo del mundo) constituyen la entera diferencia que existe entre la ciencia y la no-ciencia" (Bunge, 1969: cap. I). Por ello, hablar del método científico es hablar de un rasgo esencial de la ciencia, trátese de la ciencia pura o formal, o de la aplicada o empírica.

En términos generales, el método científico[35] ha de tener las dos características siguientes:

(1) Es todo procedimiento y conjunto de pasos encaminado a la obtención de conocimientos, los cuales han de ser, necesariamente, objetivos, y que revelen un rasgo característico de la realidad.
(2) Es un proceso repetible y autocorregible, que llega a garantizar, aunque sea mínimamente, la obtención de resultados válidos; designa ciertos procedimientos de control particulares para llevar a cabo una investigación.

Así, desde la perspectiva anterior, el *método científico*[36] es aquel procedimiento o conjunto de pasos, de carácter general, que se aplica a todo el proceso de la investigación, el cual es capaz de dar indicaciones sobre la manera de conducirse, además de suministrar diversas nociones para evitar errores y/o controversias. *Cabe señalar que la postura de la presente tesis no se apega del todo a tal concepción, pues la diversidad de las ciencias muestra que tal concepción no puede aceptarse plenamente.* Por ello, el método científico resulta ser susceptible de perfeccionarse durante el desarrollo de la investigación; además, no es autosuficiente, necesita de

ciertas bases (conocimiento previo) que lo fundamenten, y que después han de reajustarse, para finalmente complementarlo en la dirección específica del tema respectivo —o clase de ciencia— de que se trate. Por ello, la diferencia entre el *método científico*, que se ha concebido tradicionalmente, y los métodos particulares de una ciencia o disciplina no está del todo claro, pues basta señalar que el primero pretende ser universal. Asimismo, el método científico, en la concepción "clásica", comprende diversas reglas o pasos generales:

(1) la enunciación del problema y/o de preguntas bien formuladas;
(2) contestar —inicialmente— las preguntas, arbitrando conjeturas o hipótesis, las cuales deben ser susceptibles de contrastación, empírica si es el caso;
(3) identificar las consecuencias lógicas de dichas conjeturas o hipótesis;
(4) establecer técnicas de contrastación, ya sean empíricas, formales o —incluso— *ad hoc*;
(5) realizar la contrastación, identificando su relevancia;
(6) interpretar los resultados, estableciendo de manera concreta el grado de verdad que contienen, dentro del horizonte cognoscitivo de que se trate;
(7) agrupar las conjeturas y técnicas dentro del marco teórico de la ciencia específica, y consecuentemente, establecer nuevos problemas.

Esta concepción de *método científico* no está exenta de crítica o complementación; sin embargo, sólo se ha hecho una revisión compacta de aquellas concepciones más comúnmente aceptadas dentro de la comunidad científica que mantienen una postura ortodoxa. Ahora bien, debido al carácter implícito del presente trabajo, resulta obvio que se considera que el concepto de *método científico*, como su cabal aplicación en el seno de la ciencia, ha de poseer un carácter *dinámico*, pues, en atención a Feyerabend:

> Al tratar de resolver un problema, los científicos utilizan indistintamente un procedimiento u otro: adoptan sus métodos y modelos al problema en cuestión, en vez de considerarlos como condiciones rígidamente establecidas para cada solución. (Feyerabend, 2000: XV)

Así, Feyerabend considera que no existe una forma específica o <<racionalidad científica>> que guíe la investigación, de aquí que no pueda hablarse de un método científico concreto de <<carácter universal>>, pues lo que hay son "normas obtenidas de experiencias anteriores, sugerencias heurísticas, concepciones del mundo, disparates metafísicos, restos y fragmentos de teorías abandonadas…" (Feyerabend, 2000: XV), de todo lo cual el científico hará uso.

Así, en atención a que en la tesis se ha considerado que la ciencia corresponde a un proceso dialéctico, el asumir las ideas de Feyerabend sobre el método científico implica atender el problema de la estructura (Capítulo I, sección I.1), construcción y evolución de la ciencia, relacionando esto último con lo que se trata en el Capítulo II, en donde precisamente se observa que no existe una supuesta continuidad específica de la ciencia, pues en la historia de ésta existen "puntos de ruptura", periodos de estancamiento, diálogos constantes de contraposición entre un pensador y otro, *evolución* de conceptos…, etc. Se encuentra también que "la pluralidad de opiniones", "la proliferación de teorías" —incluso rivales— es un buen aliciente en la ciencia, pues Feyerabend muestra que: "la investigación viola siempre las reglas metodológicas más importantes y no puede proceder de otra manera"; y así, tomando como enfoque parte de la obra de Feyerabend, y la concepción propia de dialéctica, se llega a identificar que el avance o evolución de la ciencia presenta discontinuidades, y está supeditado al carácter de diálogo, es decir, su proceso de desarrollo es dialéctico[37]. Dicho carácter también está presente en el método científico, sin dejar de lado el papel que la dialéctica, concebida propiamente, ha tenido en el desarrollo de la ciencia; además de que no puede hablarse de que la ciencia únicamente se construye en atención a una racionalidad específica, que a su vez propugna por un conjunto de reglas específicas. En este sentido, el *método científico* se ha de entender como aquella estrategia y/o procedimiento, no de carácter único e impositivo, a la que los científicos recurren sin considerar que sea la única racionalidad con que avanza la ciencia, pues la historia misma de la ciencia da muestras, bastante explícitas, de que los científicos no se apoyan, ni lo han hecho del todo, en "reglas de pensamiento y acción bien definidas." (Feyerabend, 1996: 33)

I.4 Razón y Racionalidad

La razón herrumbre de nuestra vitalidad,
es el loco que hay en nosotros,
el que nos obliga a la aventura,...
si nos abandona estamos perdidos.

Émile M. Cioran

Existe una creencia común acerca de la razón, en el sentido de que ésta corresponde a una facultad propia del hombre, vista como virtud esencial y distintiva ante los demás seres vivos. Para muchos, la razón y sus alcances y limitaciones fue descubierta en Grecia; en este sentido entenderíamos que la razón representa una facultad propia del hombre occidental, la "actitud" con la que se ha conducido en la búsqueda del conocimiento. "¿La razón es inherente al pensamiento o ha sido inventada?" (Châtelet, 1998: 19); esta pregunta se ha formulado regularmente a lo largo de la historia. Así, la cultura occidental habría de identificar una manera de construir el conocimiento, inicialmente referido al terreno de la filosofía, y que influiría determinantemente en el desarrollo de la ciencia occidental que conocemos (y que no es la única), ya que la filosofía griega se funda en la idea de "ser". Éste no es un término acuñado en algún otro tipo de pensamiento, sin que esto signifique que occidente tenga un pensamiento más profundo o extenso que los otros, pero sí que corresponde a una forma característica de "acercarse" a las cosas y "captarlas", "manipularlas". Por ello resulta conveniente tratar a la razón desde diferentes vertientes, para poder caracterizarla de una manera más concreta y separarla de lo que se entiende por racionalidad,[38] concebida esta última como una cualidad específica de ciertas ramas del conocimiento.

Pero es precisamente con los griegos que se inicia la problemática fundamental acerca de la razón humana:[39]

> Lo que ha dominado la concepción de la razón que se elaboró en el contexto del pensamiento griego, es la idea de un saber especulativo ordenado según el criterio de la verdad; y la verdad misma se entendía como la correspondencia entre la representación, tal y como se expresa en el discurso, y la realidad. (Ladriere, 1978: 11)

Es decir, la razón se entendió, en su acepción primicia, como esa facultad que conduce al hombre al conocimiento de la verdad de las cosas,[40] lo que tradicionalmente se identifica como la adecuación del pensamiento con la realidad, con lo que la razón corresponde al medio más efectivo para llegar a ello. Pero la verdad, entendida como adecuación entre el *nóumeno* (la cosa en sí) y el *fenómeno* (lo representado), no es la misma noción en el terreno de la ciencia;[41] ésta conoce el mundo como se le presenta. El científico no se detiene a especular si su descubrimiento corresponde esencialmente a una verdad absoluta;[42] su visión de la verdad, más desde las concepciones contemporáneas, tiene un carácter vinculado a una actitud dirigida a comprender y explicar los fenómenos, sin necesidad de justificar los fundamentos del conocimiento que se ha obtenido.

En términos generales, las distintas vertientes en que se concibe a la razón[43] corresponden a las siguientes (Abbagnano, 2000: 979-986):

1) Como guía autónoma del ser humano (forma de controlar la conducta).
2) Como fundamento o razón de ser.
3) Como argumento o prueba.
4) Como relación en sentido matemático.

1) Como guía autónoma del ser humano. Esta concepción es la más difundida y clásica; corresponde a la "facultad" propia del hombre, que lo distingue de los demás seres vivos, en el sentido de que es aquella directriz que lo conduce en cualquier campo donde es posible una búsqueda o indagación. Asimismo, el entender a la razón como guía propia del ser humano es concebirla como esa "fuerza" liberadora de prejuicios y que ha de conducirlo por el camino de la verdad (*logos*). En su carácter histórico, esta noción viene desde Heráclito y Parménides —guía hacia lo universal—, hasta los estoicos, los neoplatónicos y la escolástica; pero sería Bacon y posteriormente Descartes quienes habrían de imprimirle el carácter de entendimiento y facultad común a todos los hombres; dice Descartes:

> El buen sentido es la cosa mejor repartida en el mundo... En lo cual no es verosímil

> que todos se engañen; más bien esto testimonia que la facultad de juzgar bien y de distinguir lo verdadero de lo falso, que es propiamente lo que se nombra buen sentido o razón, es naturalmente igual en todos los hombres, y así, que la diversidad de nuestras opiniones no viene de que unos sean más razonables que otros, sino solamente de que conducimos nuestros pensamientos por diversas vías y no consideramos las mismas cosas. Porque no es bastante tener buena la mente, sino que lo principal es aplicarla bien. (Descartes, 1994: 3)

Con esto vendría una cierta concepción, basada en la clásica, de la razón como principio de crítica radical de la tradición, y de una renovación del mundo (Ilustración). Incluso Hegel definiría a la razón como "la verdad en sí y por sí" (Hegel, 2002: 305), esa autoconciencia universal y absoluta. Finalmente, si la razón es vista también como un procedimiento específico de conocimiento, habría que apelar a un nivel de cierto discurso, en la medida de que sólo el discurso objetivo y bien conducido da el criterio específico para llegar a la *autorrevelación* (el cómo se manifiestan fenoménicamente los objetos). "Y porque la función del *logos* consiste en el simple permitir ver algo, en el permitir *percibir* los entes, puede el *logos* significar también *percepción racional* y *razón.*" (Heidegger, 1991: 44). Por ello, la razón es lo que le permite al hombre ver más allá de..., y a su vez, se entiende como procedimiento y guía universal.

2) Como fundamento o razón de ser. La razón es sustancia, la esencia o cosa expresada en la definición, porque la razón ha de ser aquella causa de la cual proviene la cosa (fundamento), y que la hace ser lo que es y no otra cosa; así, el fundamento de algo es su esencia puesta como totalidad. Esta concepción tiene una connotación metafísica.

3) Como argumento o prueba. Esto se relaciona un poco con la concepción de la razón como guía, puesto que en el acaecer del diálogo alguien ha de dar sus razones, argumentos o pruebas suficientemente consistentes para estar en posesión de la verdad, porque tener razón en un argumento es convencer "a la mente a asentir cualquier cosa."

4) Como relación en sentido matemático. Aquí habría que resaltar la naturaleza de las demostraciones matemáticas, donde se realiza un *razonamiento* dirigido a demostrar la validez de un cierto argumento que está basado en determinadas premisas, y donde

puede surgir una relación directa o indirecta entre las respectivas premisas involucradas, generando una relación sustancial (esencial) entre las premisas y resaltando su naturaleza como entidades reales y/o mentales. Las premisas matemáticas son fundamentalmente de este último carácter.

En lo anterior, cabe señalar que sólo interesa lo concerniente a la razón científica, que como puede verse, ha de estar separada de cualquier sentido metafísico. Ahora bien: "*La razón conoce sólo lo que ha logrado aprender*. ¡Y sin embargo, para pensar, en primer lugar habría tantas cosas que desaprender!" (Bachelard, 1998: 9). Es decir, la razón científica adquiere un carácter propio en atención al contexto, "...no debe entenderse como el entendimiento o la facultad de comprender" (Châtelet, 1998: 18); el contexto denota la naturaleza propia de la razón en el sentido de directriz de ésta, que conlleva ya un cierto carácter que está permeado de atributos, llegando a adquirir una noción singular. En este sentido, y en atención a lo que podrá observarse en los próximos capítulos, la ciencia no avanza racionalmente desde todos los ángulos; el contexto en ciencia corresponde a un cierto estadio de conocimiento, y a cómo se apliquen los respectivos "instrumentos" y metodologías con los que cuenta el científico; en todo esto hay que considerar el momento histórico. Así, la razón, concebida desde su acepción tradicional, la que está vinculada al carácter metafísico, no puede precisamente considerarse como lo que ha hecho avanzar a la ciencia, pues en ésta surge un problema fundamental, a diferencia de los tratados en el terreno de la mera razón especulativa o teórica; tal problema corresponde a la relación entre razón y práctica:[44]

> *Lo que denominamos <<razón>> y lo que denominamos <<práctica>> son, por lo tanto, dos tipos distintos de práctica:* la diferencia estriba en que aquélla muestra claramente ciertos aspectos formales sencilla y fácilmente reproducibles —que nos hacen olvidar las complejas y difícilmente comprensibles propiedades que garantizan la simplicidad y la reproducibilidad— mientras que ésta ahoga los aspectos formales bajo una gran variedad de propiedades accidentales. Pero una razón compleja e implícita no deja de ser una razón y una práctica con características formales sencillas que planean sobre un penetrante aunque inadvertido trasfondo de hábitos lingüísticos (Feyerabend, 1998: 24-25).

Habrá que recordar que obviamente la ciencia es una práctica humana, y por ello sus "productos" sólo pueden considerarse como no absolutos. Baste mencionar aquí que parte del marco teórico fundamental de la tesis tiene que ver con la filosofía de Feyerabend, según la cual es posible afirmar que la razón no sólo guía la práctica científica, sino también obtiene de ésta parte de su contenido teórico y/o especulativo, pues:

> Hacer ciencia no significa resolver problemas sobre la base de condiciones externas previamente conocidas, poner restricciones a la investigación y capacitarnos para anticipar propiedades generales de todas las posibles soluciones (por ejemplo, todas las soluciones son <<racionales>> y conformes a las leyes de la <<lógica>>); significa adaptar cualquier conocimiento que uno tenga y cualquier instrumento (físico, psicológico, etc.) que uno use a las ideas y exigencias de un particular estadio histórico. (Feyerabend, 1996: 21-22).

Es decir, el conocimiento científico tiene un carácter dinámico, dialéctico; los métodos usados por la ciencia también, y los conceptos científicos no son la excepción. A la vez, no hay una única racionalidad que guíe la actividad científica; la historia de la ciencia muestra cabalmente esto último. *En ciencia*[45] *todo concepto es <<móvil>>, asume su opuesto —dialéctica negativa— como condición del proceso de conceptualización. Ningún concepto es absoluto. La razón científica no es la excepción. Por ello la ciencia ha de estar obligada a reflexionar sobre sí misma, a criticarse y pensarse a sí misma. De esto último se puede decir que existen <<momentos dialécticos>> en el seno de la ciencia, como cuando se discuten contraposiciones, cuando una tradición científica se opone a otra, cuando se niega un concepto…*

Visto lo anterior, la racionalidad[46] ha de entenderse como una manera propia de "acercarse" a las cosas; así, las ciencias naturales poseen su propia racionalidad, en la medida en que la adopción de ésta les permite constituirse como disciplinas teóricas con una característica singular,[47] porque:

> El término "racionalidad" suele aplicarse a personas, grupos de personas, creencias, acciones, complejos de acciones, preferencias, decisiones, instituciones, estructuras, sistemas políticos, sociedades, valores y a veces hasta a deseos y gustos. (Olivé, 1988:

9).

Más aún:

> La actitud racional es, en su expresión más básica, una alta valoración de la argumentación como herramienta justificatoria o crítica; tal valoración es algo que no puede defenderse o criticarse racionalmente sin asumirse al mismo tiempo.[48] De aquí que una creencia en el valor racional de la argumentación posea una naturaleza dogmática, si por dogma entendemos una presuposición carente de una justificación circular no viciosa. (Cíntora, 2005: 7).

Por algo, en este sentido se considera aquí que racionalidad corresponde a ciertas maneras en que determinados grupos suelen pensar y obrar, puesto que "pensar y obrar racionalmente implica reconocer dificultades, conflictos y problemas y solucionarlos dejándose llevar por el poder de los buenos argumentos..." (Pereda, 1988: 325). Por ello, la distinción entre razón y racionalidad implica que: *la primera corresponde a una facultad propia del hombre, la segunda se refiere a aquella actitud con que se conduce en la búsqueda de conocimiento.*

Finalmente: "La razón es un fenómeno evolutivo que no progresa de manera continua y lineal, como creía el antiguo racionalismo, sino por mutaciones y reorganizaciones profundas." (Morin, 1988: 304). De aquí que, a la sazón de los nuevos hallazgos, principalmente en el terreno de las ciencias humanas, resulte indispensable hacer una revisión, bastante crítica, de las concepciones implícitamente acuñadas sobre diversos conceptos que, en el seno mismo de la ciencia y la epistemología, juegan un papel preponderante. La razón y la racionalidad científicas no pueden ser la excepción. El enfoque epistemológico que se ha asumido implica una actitud *confrontativa* con respecto a cierta ortodoxia, que no hace más que sembrar nociones, a veces anacrónicas, a veces insustanciales, en una empresa como es la ciencia, que necesita reiterativamente una "filosofía abierta".[49]

> Puede llegar una época en que sea necesario conceder a la razón una preponderancia transitoria y en la que resulte aconsejable defender sus reglas con exclusión de todo lo demás. (Feyerabend, 2000: 6)

Analizar la historia de la ciencia, como ha de hacerse en el próximo capítulo, insertando deliberadamente una racionalidad ortodoxa, implicaría cierto riesgo, en cuanto a que podría llegar a legitimarse un análisis *ad hoc* con la misma racionalidad científica tradicionalmente aceptada, y por ello, se posibilitaría establecer una teoría sobre la ciencia. Pero esto no es precisamente el objetivo esencial de la presente tesis, pues como ya se dijo: la pregunta fundamental que habrá de responderse no es: ¿qué es la ciencia?, sino: ¿cómo es la ciencia? Dar respuesta a esta cuestión implica a su vez responder: ¿cómo son la razón y la racionalidad científicas? Por ello, asumir como principio epistemológico el "todo vale" feyerabendiano, corresponde a afirmar que lo importante es que la ciencia avance, sea este avance producto de "algo" completamente racional o no, como lo han dejado ver su historia y su práctica (Capítulo II), las discusiones sobre sus conceptos y/o saberes (Capítulo III), así como ciertos problemas epistemológicos en diversas ciencias (Capítulo IV). Además de que habrá podido verse también que existe una regularidad en la ciencia de carácter dialéctico.

I.5 Verdad Científica

Si la *verdad* está con razón
en una relación original con el ser,
el fenómeno de la verdad viene a caer
dentro del círculo de los problemas
de la ontología.

Martin Heidegger

La noción de verdad está íntimamente ligada a la de conocimiento, en tanto que es aquella certeza o eficacia con que un proceso cognoscitivo se lleva a cabo. En general, el concepto de verdad posee dos sentidos fundamentales: uno en razón de la lógica, para decir que cierta proposición es verdadera o falsa; el otro aplicado a la *naturaleza* de una realidad, donde es posible afirmar que ésta es verdadera, no ilusoria o aparente. En general, se distinguen cuatro concepciones fundamentales (Abbagnano, 2000: 1180-1185):

(1) ***Verdad como correspondencia o relación.*** De carácter discursivo, fue desarrollada primeramente por los presocráticos. Para Platón todo discurso es verdadero si dice las cosas como son, lo que se entendería como la correspondencia o relación entre los signos. Para Aristóteles la verdad se encuentra en el pensamiento o en el lenguaje, no en la cosa, puesto que la medida de ésta es el ser, no precisamente el pensamiento o el discurso, pues la verdad de la cosa se halla en ella misma. Así, esta concepción de la verdad corresponde a la "que es concebida por el intelecto y formulada, en un juicio, por un sujeto cognoscente." (Ferrater-Mora, 2001: 3661).

(2) ***Verdad como revelación, metafísica u ontológica.*** Posee dos acepciones: la forma empirista y la metafísica. La empirista tiene que ver con aquella primera impresión que inmediatamente se le revela al hombre, es decir, el fenómeno, la intuición que se tiene de éste. La verdad metafísica equivale a la realidad como verdad; la revelación de ésta, a partir de ciertos modos de conocimiento excepcionales, la manifestación del ser o del principio supremo.

(3) ***Verdad lógica o semántica.*** Es la adecuación o correspondencia del enunciado con la cosa. Hegel concebía que la verdad es matemática o formal cuando se reduce al principio de contradicción, puesto que, como decía Bradley, lo contradictorio no puede ser real. Por ello la verdad, que expresa la adecuación del enunciado con la cosa, "es coherencia perfecta" (Abbagnano, 1998: 1184). Kant concibe a la verdad como "verdad trascendental", puesto que la adecuación entre el entendimiento y la cosa misma depende de la adecuación entre éste y las categorías de la razón, la cosa en sí es inaccesible, y lo único que resta es el conocimiento trascendental de la adecuación. Tal concepción es llamada también "concepción idealista". Así, "la verdad es la predicación de un contenido tal que, cuando sea predicado, resulte armónico y suprima la inconsistencia y con ella la inquietud" (Ferrater-Mora, 2001: 3665). Muchas veces se entiende esta concepción de la verdad como coherencia, en relación con movimientos idealistas.

(4) ***Verdad como utilidad.*** Esta concepción ha suscitado largas polémicas. Fue desarrollada por el pragmatismo y diversas filosofías de la acción. Posee un carácter contextual, pues se liga íntimamente a la investigación, por lo que toda verdad ha de ser verificada. La verdad como utilidad posee un carácter concreto para cada campo, pues, al tener un sentido práctico, toda proposición es verdadera si "es útil para extender el conocimiento mismo o para extender, mediante el conocimiento, el dominio del hombre sobre la naturaleza..." (Abbagnano, 1998: 1185). En este mismo sentido, Nietzsche entendería que lo *verdadero* es únicamente aquello apto para la conservación de la especie.

Por lo dicho anteriormente, se observa que *el concepto de verdad posee tanto una dimensión formal como una dimensión práctica*. Con respecto a la primera, la relación se establece en la coherencia del discurso, y tiene que ver más con las reglas de la lógica y la semántica; aquello que en la imagen mecanicista (después de Galileo y Descartes) resaltaba la diferencia entre lo cuantificable y lo no cuantificable, por lo que matemáticamente la verdad científica ha de ser demostrada. En cuanto a la dimensión práctica, la verdad científica tiene su grado de efectividad en la medida de que exista una correspondencia estrecha entre la razón y la práctica, donde la teoría es legitimada por el experimento, y de ahí que la verdad posea un carácter *utilitario* para la labor científica, puesto que todo objeto de ciencia ha de ser verificado.

De nuevo, se ve aquí ese carácter transitorio de uno más de los conceptos básicos, pues la verdad en la ciencia ha pasado por diversas concepciones, acumulando ésta un número considerable de caracteres específicos.

Una de las polémicas más influyentes en el siglo XX ha sido la que llevaron a cabo los pragmatistas y los positivistas lógicos. De los primeros ya se ha mencionado algo. En cuanto al Círculo de Viena, un enunciado o proposición tendrá cierto grado de verdad si éste ha de estar apoyado por un conjunto de experiencias que permiten determinar si la sentencia es verdadera o falsa. Aclaramos que *verdad científica* no es corroboración o verificación en sentido estricto, pues "me parece que identificar el concepto de corroboración con el de verdad distaría mucho de ser *útil*" (Popper, 1999: 257). Lo importante es hacer notar que la verdad en la ciencia tiene un carácter temporal, y por ende dialéctico, es decir, ha ido ajustándose a la naturaleza propia de la

ciencia de que se trate, sin perder por ello su carácter “primicio”, pero adquiriendo nuevas concepciones a lo largo de la historia. Así pues, la noción de verdad científica guía desarrollos y queda constituida por ellos, de aquí que también sea variable, dinámica, dialéctica, cambia de un periodo histórico a otro, pues los conceptos científicos también llegan a cambiar. Cabe señalar, en atención a la filosofía de Feyerabend, que en ciencia también se recurre a ciertos valores, los que de una u otra forma dan sustento a la verdad científica, pues:

> Además, la ciencia misma ha dado con frecuencia una oportunidad a tradiciones extracientíficas, precisamente *en el campo de los valores científicos:* tienen mejores resultados; los resultados se logran de una forma más simple y producen daños menores en otras partes (métodos de diagnóstico médico, tratamiento del suelo en agricultura, interferencias terapéuticas en medicina y psicoterapia, etc.). (Feyerabend, 1996: 60-61).

La ciencia, al ser una práctica humana que intenta dar una explicación veraz de la realidad, implica cierta objetividad. Sin embargo, esa objetividad adquiere ciertos inconvenientes al ser contrastada con la <<subjetividad>> del científico, la cual aparentemente está condicionada por las reglas de la razón, aunque precisamente en muchos casos no sea del todo así, lo que implica que el conocimiento científico sea temporal y se atenga al problema de la legitimación de la razón y la práctica. Por algo la verdad científica no puede considerarse como tautológica y autárquica, sólo es temporal, dinámica, muchas veces parcial y por tanto: dialéctica, en el sentido del concepto de dialéctica que se ha adoptado aquí.

I. 6 Enfoque Epistemológico

La dialéctica es, en cuanto procedimiento
filosófico, el intento de desenredar
el nudo de la paradoja con el medio más
antiguo de la Ilustración, la astucia.

Theodor W. Adorno

Por lo ya expuesto, se puede tener noción de que los ejes o enfoques teóricos primordiales, por los que ha de transitar la presente tesis son los siguientes:

- El concebir a la dialéctica en su acepción platónica, derivada de diálogo, como una instancia que ha jugado un papel importante en la ciencia.

- El concepto de dialéctica derivado del concepto de "dialéctica negativa" de Adorno, del cual puede resaltarse lo siguiente:

(1) Por dialéctica, en relación con la ciencia, ha de entenderse: la negación de la autarquía del pensamiento.
(2) La dialéctica no se concibe como ontología, pues hacerlo implica concebirla a su vez desde la filosofía hegeliana.
(3) Decir que la ciencia es como un proceso dialéctico no implica afirmar que la contradicción está en todo.
(4) Asimismo, desde este concepto se argumenta que la ciencia debe atender a una autocrítica de sí misma, a marcar la contradicción no como rechazo, sino como diferencia, pues la ciencia es capaz de pensar contra sí misma sin renunciar a sí misma.
(5) La dialéctica aquí es una negación de los conceptos y/o teorías científicos por los conceptos y/o teorías científicos, como momento dialéctico del avance de la ciencia, pues los conceptos y teorías científicos reproducen la diferencia entre la realidad y lo pensado; de aquí que haya una dialéctica o "dialécticas" a la manera de Bachelard. Por ello, de nuevo: la dialéctica no es de esencias, es del concepto y su negación, sin que éste corresponda a la esencia.

- Aceptar el principio “todo vale” en ciencia, a la manera de Feyerabend, como uno más de los principios epistemológicos. Lo que lleva, en parte, a dar respuesta, a lo largo de toda la tesis, a la pregunta: ¿cómo es la ciencia? La respuesta ha de dejarse ver en su historia, sus prácticas, sus conceptos y saberes, así como en los diálogos en torno a ella, con lo cual se da base a la noción de que existe una “regularidad”[50] en la ciencia, que es de carácter dialéctico, y que precisamente la dialéctica (en la acepción que se ha establecido) ha jugado un papel importante en la ciencia. La construcción y evolución de ésta no ofrece precisamente una estructura estable y continua, ni se ha llevado a cabo en atención a una sola racionalidad, y tampoco resulta ser la razón el único factor que la ha hecho avanzar. Basta señalar que: “incluso las leyes más fundamentales del pensamiento pueden ser derribadas en el curso del desarrollo científico.” (Feyerabend, 1996: 23). Además, puede llegarse a observar también, desde el enfoque histórico propio de la tesis, que ciertas tradiciones científicas han sido o fueron eliminadas no porque necesariamente un examen racional y/o lógico haya mostrado sus “debilidades”, sino muchas veces por presiones políticas o ideológicas. Ejemplo claro de esto último lo constituye la negación de la química de Mendeleiev y del psicoanálisis en el régimen stalinista.

- Recurrir a algunas ideas de Bachelard como complemento del sustento teórico de la tesis. Sin aceptar del todo las premisas de su “Filosofía del no”, se incorpora parte de su noción de dialéctica, principalmente como ruptura, como movimiento de los conceptos científicos, y negación y complemento de éstos. Pero los puntos clave de su filosofía se habrán de tratar en el capítulo IV, sección IV.2. Por el momento sólo se ha de mencionar que al plantear una *filosofía abierta,* Bachelard fundamenta parte del espíritu de la tesis, en el sentido de no construir una filosofía idealista, un análisis *a priori*, ya que:

> La ciencia, suma de pruebas y de experiencias, de reglas y de leyes, de evidencias y de hechos, necesita, pues, una filosofía con dos polos. Más exactamente, necesita un desarrollo dialéctico, porque cada noción se esclarece en forma complementaria con dos puntos de vista filosóficos diferentes. (Bachelard, 1993: 9).

De la cita anterior sólo es relevante resaltar la actitud de Bachelard en relación con la epistemología científica, pues sigue asumiéndose el hecho de que en ciencia se avanza cuando distintas posturas se contradicen o se rechazan mutuamente, sin que necesariamente se abandone la que resulte perdedora en el proceso dialéctico.

CAPÍTULO II

HISTORIA DE LA CIENCIA Y SUS RECONSTRUCCIONES RACIONALES[51]

Hay, ciertamente, demasiadas razones
para temer al pasado, cuando pretende
prolongarse en el presente y eternizarse,
como si la sola duración crease algún derecho.
Pero la historia es precisamente la disciplina
que afronta el pasado como tal y que, cuanto
más penetra en él, mejor ve en cada uno de
sus episodios una originalidad sin precedentes
y que jamás volverá.

Emile Bréhier

La ciencia corresponde a un saber que ha ido afianzándose a lo largo de la historia, como una piedra angular y fundamental que acompaña al ser humano en su devenir histórico. Por ende, hacer una revisión, incluso compacta, del desarrollo de ésta, permitirá, dadas las características de la presente investigación, ver (en retrospectiva y exteriormente) la génesis, "morfología", alcances, vulnerabilidades, etc., de la ciencia, y atender a su vez a su carácter de diálogo, es decir, dialéctico, además de cómo ha evolucionado. Por ello, el presente capítulo resalta las siguientes acepciones del concepto aquí adoptado de dialéctica (sección I.2):

- Derivada de diálogo, el diálogo implícito entre distintas concepciones, presente en el desarrollo histórico de la ciencia.
- La ciencia es como un proceso que acepta la autocrítica, correspondiendo a una negación de conceptos y/o teorías por los conceptos y/o teorías mismos; así, se encuentra que la ciencia ha podido negarse a sí misma sin renunciar así misma. (Dialéctica negativa)

- Se identifica también la consistencia del principio de Feyerabend, “todo vale”, en ciencia, pues diversos pasajes históricos de ésta hacen ver dicha consistencia, sin que se pretenda afirmar aquí que así ha sido siempre y que así debería ser.
- El sentido de dialéctica como “ruptura” epistemológica, en relación con las ideas de Bachelard, como momento dialéctico del desarrollo de la ciencia.

Asimismo, saldrán implícitamente a la luz conceptos tales como: verdad científica, método científico, razón y racionalidad…, acuñados en el capítulo I, y que podrán seguir apoyando la tesis de que la ciencia es un proceso dialéctico.

Según Imre Lakatos, es posible hablar de dos tipos de historia de la ciencia: *la historia interna y la historia externa.* Hago uso de sus ideas por corresponder éstas a un punto de relación esencial con el presente trabajo, en la medida en que el avance o desarrollo de la ciencia no ha estado sujeto únicamente a la historia de los actores y sus acciones, pero tampoco a todo ese cúmulo de conocimientos que la conforman, sino que también existen ciertos factores externos que inciden, y seguirán incidiendo, en el quehacer de los hombres de ciencia.

—***Historia interna.*** Corresponde a la historia propia de la ciencia, en cuanto a su desarrollo cognoscitivo, sus logros, tropiezos, actores, es decir, “la historia intelectual” (Lakatos, 1999, 135).

—***Historia externa.*** Está conformada por todos esos hechos de tipo social y psicológico presentes en la actividad del científico, es decir, el contexto o “la historia social” (Lakatos, 1999: 135). Ésta es en esencia secundaria a la historia interna.

Para Lakatos, la historia interna es más importante que la historia externa; esta última ha de estar supeditada a la primera, aunque muchos de los factores externos que hicieron posible ciertos logros científicos han influido sobre la historia interna. Sin embargo, “La reconstrucción racional o historia interna es primaria; la historia externa, sólo secundaria, ya que los problemas más importantes de la historia externa son definidos por la historia interna” (Lakatos, 2000: 38). En este sentido, se ha de tratar, en

gran medida, la historia interna de la ciencia, sin dejar a un lado algunos hechos de la historia externa que resulten relevantes.

II.1 De la Antigüedad al Renacimiento

La historia de la razón es, en cierta medida,
la historia de estos relanzamientos sucesivos:
el nacimiento de la democracia,
la importancia de la palabra,
la hipótesis de las Ideas,
el paso de la persuasión
a la búsqueda de la verdad.

François Châtelet

Es con los griegos que la humanidad conocería una manera eficaz de acercarse (entender) a las "cosas"; sólo en una sociedad donde existe cierta democracia es posible el desarrollo de la palabra como "instrumento" eficaz. Así, el que la domine ha de imponerse, y por ende podrá predominar. La civilización helénica sería la primera en organizarse democráticamente, debido a su relación comercial con otros pueblos.

> En *tekhné*, está incluida la idea de técnica, de un saber hacer aplicado, pero también la idea de un arte, de una invención, de un saber original. [...] Este desarrollo de la palabra va a provocar el nacimiento de una técnica particular que más tarde se llamaría "retórica". (Châtelet, 1998: 22)

Pero es con el diálogo con el que se instala una forma característica de aproximación a la realidad; se establece un concepto y una práctica que tendría una importancia capital en la filosofía, no sólo la griega, sino en toda la filosofía occidental: *la dialéctica*. De esa manera surge el *logos*. "En una primera acepción *Logos* significa: triángulo, ángulo, Afrodita, imaginación; es una palabra dotada de sentido, por oposición a "Abracadabra", palabra que no lo tiene." (Châtelet, 1998: 32). Pero *logos* habría de adquirir un carácter más propio; se convierte no sólo en una palabra con

sentido, sino en “el conjunto con sentido de palabras dotadas de sentido” (Châtelet, 1998: 32). Finalmente el *logos* se entendería como esa facultad propia del hombre, y que permite hilar un discurso coherente y bien fundamentado, como el carácter propio de una demostración; así, “los griegos inventaron lo que he llamado *logos,* la razón, es decir, una forma de construir la sabiduría” (Châtelet, 1998: 40). Sería un grupo de filósofos llamados “los presocráticos”, con quienes la especulación filosófica y el uso de este *logos* habría de cobrar verdaderas dimensiones. “Aristóteles fue el primero en señalar que el estudio de las causas de los fenómenos se había iniciado con Tales de Mileto, de quien se sabe que estaba vivo en el año 585 a. C.” (Pérez-Tamayo, 1998: 18).

Los presocráticos se enfrascarían en tratar de explicar la *naturaleza* de lo existente, al ponerlo en entredicho frente al cambio, en el sentido de ver la realidad como un continuo y la preservación de la naturaleza, la esencia y sustancia propia de las cosas que ha de permanecer inalterable ante esa variación o cambio. Para Tales el principio era el agua; en Anaxímenes, el aire; Anaximandro hablaría del *apeiron* (lo indeterminado), etc. Aún así, sus explicaciones parecían poseer un gran alcance, aunque sus fundamentos no estuvieran del todo consolidados. Lo verdaderamente trascendental en sus ideas correspondió a esa búsqueda en el mundo de los *entes*, para dejar de ser uno de tantos misterios inaprensibles. Ahora el hombre poseía un “arma” capaz de vencer todos los obstáculos que se le presentaban; era dueño del *universo de la razón*. Con ésta descubría un vasto campo de acción donde aprendería a “someter” y *conocer* lo que le rodea. He aquí el primer paso, el primer avance hacia la consolidación de la razón especulativa, propia de la filosofía, y trascendental también para la labor científica.[52]

Pero la visión de los presocráticos estaba permeada de un cierto tinte religioso (transmitido incluso por su contacto con civilizaciones orientales y mediterráneas). Los cultos a Apolo y Dionisios se desarrollaban a la par que el logos; en este sentido, sus construcciones racionales poseían un carácter cosmogónico (origen del cosmos) y un carácter de teogonía (origen de los dioses). En cuanto al aspecto científico, la ciencia griega estaría influida grandemente por civilizaciones como la babilónica o la egipcia, que les darían elementos en matemáticas y astronomía. Tales de Mileto estableció el “teorema de las paralelas”; su visión naturalista lo separa un poco de sus antecesores porque no buscó el principio de las cosas recurriendo a una entidad divina, sino a un elemento material.

Anaximandro desarrolló uno de los primeros relojes solares, diseñó un mapa geográfico y también estableció una de las primeras teorías evolucionistas, que consideraba a la naturaleza transitando desde un estado primicio (menos determinado) a un estado más determinado. Anaxímenes, quien consideraba al aire como el elemento fundamental, propuso que la rarefacción (calentamiento) de éste originaba el fuego y la condensación (enfriamiento), la humedad y lo líquido; una condensación extrema podría producir la substancia sólida.

Resulta obvio que estos primeros filósofos establecieron ciertas teorías de carácter científico que, aunque un tanto "ingenuas", dada la visión contemporánea, sí dieron la pauta a posteriores desarrollos. Pero lo importante es su carácter de "tentativas dirigidas a alcanzar con la sola fuerza de la razón un principio explicativo unitario de todos los seres" (Geymonat, 1998: 20). Sus concepciones racionales no estaban, sin embargo, libres totalmente de cierta influencia mitológica y religiosa. A pesar de esto,

> La importancia de esta escuela filosófica de Mileto reside en el hecho de haber sido la primera que consideró el universo entero como un gran complejo de orden natural y que, por consiguiente, en principio podría explicarse a base de conocimiento normal y de investigación racional, con lo que desaparece automáticamente todo el mundo sobrenatural fantaseado por la mitología. (Dampier, 1997: 46)

En un plano similar, puede considerarse a la escuela pitagórica como aquélla que poseía un carácter científico-filosófico más sistemático. Pitágoras fundó una escuela en Crotona, alrededor del siglo VI a.C., antecedente quizá de la *Academia* platónica, donde incluso se aceptaban mujeres. Para los pitagóricos la esencia de las cosas es el número, de tal forma que vincula los números con las formas geométricas, fundando una disciplina que habría de llamarse *Aritmogeometría*; a su vez, Pitágoras descubre los principales intervalos musicales, identificó la oposición intrínseca entre el número par e impar y desarrolló una teoría sobre la trasnsmigración de las almas. Su doctrina poseía ciertos tintes religiosos; era una mística que pretendía dar cuenta de la realidad. Aún así, la idea que provocó una crisis en la escuela pitagórica se refiere a la relación entre lo continuo y lo discontinuo, ya que los pitagóricos, al decir que la esencia de las cosas era el número, se referían únicamente a los números enteros, suponiendo que las figuras geométricas se podrían representar por una cantidad finita de puntos, lo cual no es del

todo cierto; incluso aplicando el famoso teorema del triángulo, se llega a una inconmensurabilidad con la teoría. Un levantamiento en Crotona a fines del siglo VI provocó la expulsión del maestro, que moriría años después. Su influencia se hizo sentir más adelante, fundándose la escuela de Filolao (siglo V) y la de Arquitas (principios del IV).

Con los diálogos platónicos se establece la primera gran síntesis racional —el primer gran sistema filosófico— que la humanidad haya conocido. Platón habría de fundamentar su teoría de las ideas, "entes universales, perfectos y con existencia verdadera (objetiva), de las que los hechos y objetos reales y materiales no son sino ejemplos imperfectos" (Pérez-Tamayo, 1998: 18). En Platón, la adquisición de nuevos hechos, cosas, conocimientos, etc., no corresponde a eso que entendemos como aumentar en cantidad nuestro saber, sino que tan solo comprendemos más las ideas que ya están ahí (en algún lugar), porque conocer con los sentidos es acercarse a una apariencia; únicamente se tiene acceso al mundo de las ideas por medio del intelecto. Así, el conocimiento, en el sistema platónico, es *reminiscencia*. El alma únicamente tiene que recordar lo que ya conoce; la razón es lo que distingue al hombre de los demás seres vivos; es un ser racional y, por tanto, ocupa una posición privilegiada, posee el *logos*. En los diálogos platónicos está presente ese desenvolvimiento propio de la razón o *logos,* mostrando distintos procedimientos y/o artificios para llegar a un conocimiento *veraz.* Casi todas sus ideas se presentan en voz de Sócrates. Asimismo, para Platón la simple opinión no basta (*Teetetes,* 201d-206b), se debe pasar por el mundo de los matemáticos y geómetras para después pasar al mundo de las ideas puras; esto lo hizo mediante la adopción de un método específico: *la dialéctica.*[53] Sin embargo, basta señalar que Platón era idealista, y sus ideas sobre la ciencia distan de ser trascendentes, pues para él la ciencia como la conocemos ahora, con todas sus características no existía, la verdadera *scientia* era la filosofía.

Aristóteles, creador de la lógica, sería el primero en dar un conjunto de categorías a esa *dimensión* esencial del hombre: la razón. Para él todo conocimiento se obtenía deductivamente. Así, el conocimiento de tipo científico estaba supeditado a los alcances que la lógica aristotélica le "imponía"; por algo la razón —y más propiamente la racionalidad— adquiría un carácter formal. "Aristóteles afirmó que el conocimiento científico genuino tiene el grado de verdad necesaria" (Losee, 2000: 24); se rige por

primeros principios, es decir, existe una relación *esencial* entre los hechos de la naturaleza y los "observables"[54]; el conocimiento que se obtiene no puede ser falso. Con Aristóteles se puede hablar ya de una separación entre las ciencias, identificando entre ciencias naturales (física, biología, etc.) y ciencias formales (matemáticas, lógica, etc.).

"La ciencia aristotélica consistirá, en gran parte, en mostrar cómo se organizan los materiales escogidos para una determinada función." (Bréhier, 1998: 174). De ahí su constante reiteración sobre un requisito esencial en toda explicación científica, donde ésta debe especificar cuatro causas o aspectos: la causa formal (forma o estructura de un determinado proceso), la causa material (la manera tangible en que dicho proceso se efectúa), la causa eficiente (el paso, cambio efectivo del proceso) y la causa final (el *telos* de todo proceso, aquello último por lo cual se realizó). Para Aristóteles:

> El científico debe inducir principios explicativos a partir de los fenómenos que se han de explicar, y después deducir enunciados acerca de los fenómenos a partir de las premisas que incluyan estos principios (Losee, 2000: 16).

De aquí que muchos autores consideren al método aristotélico como inductivo-deductivo, donde toda explicación científica corresponde a una transición entre el conocimiento de un hecho (puntual), identificando ciertos principios, hasta la deducción o conocimiento de las razones generales de tal hecho (*Física*, 184a 15-25).

En sus *Analíticos Posteriores* Aristóteles da una característica esencial acerca de las premisas en toda explicación científica, las cuales deben ser verdaderas (71b 20-72a 5); por algo desarrolló su teoría del silogismo, además de que imprime en éstas otros tres requisitos: deben ser indemostrables, conocerse mejor que la conclusión y ser causas de lo que ha de atribuirse en la conclusión, pues en toda ciencia existen, según él, ciertos principios que no pueden deducirse de principios más básicos. "Los primeros principios de una ciencia no están sujetos a deducción de otros principios más básicos" (Losee, 2000: 22). De aquí que la influencia de Aristóteles se haría sentir en el desarrollo posterior de la ciencia, hasta el Renacimiento, pues para él las leyes científicas establecen verdades necesarias. De esta manera llega a considerar ciertas nociones como tiempo, lugar, movimiento, infinito, etc., no separadas de la sustancia, lo cual habría de acarrear las dificultades y peligros por los que caería la ciencia más adelante, hasta la llegada de la ciencia moderna. Basta decir que la causa final

caracteriza toda la ciencia aristotélica, y a su vez, ésta habla de conceptos funcionales, a diferencia de las concepciones de Platón y los pitagóricos, que hablan de conceptos estructurales, pues consideran, de cierta forma, que la realidad posee una estructura matemática.

La compacta revisión anterior nos da noción de cómo ciertos conceptos, concepciones, etc., en la ciencia griega fueron modificándose, y cómo muchas veces un autor ***entra en diálogo*** *constante con su predecesor o su contemporáneo, refutando ó complementando sus idea; las diferencias entre las filosofías de Platón y Aristóteles son un claro ejemplo de esto. Incluso, Aristóteles rechazó ideas de Demócrito y Leucipo (Los atomistas), que a la luz actual llegan a ser más veraces que las del Estagirita.*

Habría que resaltar a dos personajes importantes en la ciencia antigua; uno de ellos es Euclides, que establecería las bases esenciales de la geometría, el otro es considerado históricamente como uno de los más grandes matemáticos: Arquímedes. Ambos desarrollaron sus trabajos desde una perspectiva en cierta forma *ad hoc* con las concepciones aristotélicas[55], pues sus sistemas están constituidos por axiomas, definiciones y teoremas, donde la verdad de estos últimos se deduce de los axiomas. Con tales concepciones se pudo establecer una especie de <<ideal de sistematización deductiva>> (Losee, 2000: 33), basado en las tres premisas siguientes:

— Los axiomas y los teoremas están relacionados deductivamente.
— Los axiomas son verdades “evidentes”; se dan por hecho.
— Los teoremas deben de concordar con las observaciones.

De esta manera, tal ideal de sistematización se asumía en el seno de la labor científica, aunque no formalmente la “matematización” propia de ésta. La tercera premisa pudiera ser la más controvertida, pues todo sistema deductivo habría de tener contacto con la realidad, aún y cuando poseyera un carácter meramente matemático; la investigación respectiva que se realizara debería ser susceptible de una aplicación. Arquímedes y Euclides se enfrascaron en demostrar algunos teoremas que tuvieran una aplicación práctica. El primero fue famoso por establecer diversos principios y

aplicaciones en la teoría de las poleas y palancas, así como en la creación de diversos aparatos usados en la guerra. Euclides escribió sus *Elementos*, base de la geometría plana.

Finalmente, la manera de hacer ciencia en la antigüedad poseía un carácter aristotélico. La racionalidad[56] (ver la sección I.4, capítulo I) propia de la ciencia antigua era deductiva, pues todo científico ó estudioso asumía una actitud de este tipo en la búsqueda de conocimiento; se trataba de encontrar las causas finales y, además: se pretendía afirmar que el conocimiento que se obtenía por medio de la ciencia estaba en plena concordancia con la realidad. El ideal de ciencia deductiva (concepción "clásica" de la ciencia, sección I.1, capítulo I) implica atender el problema de "salvar las apariencias", que incluso se le presentaría más tarde a Copérnico y a Galileo; este problema implica sobreponer las relaciones matemáticas a los fenómenos. Basta recordar tan solo la astronomía de Tolomeo, cuyo modelo geocéntrico dominaría la concepción del universo hasta la llegada de Copérnico, que refutaría tal modelo (sentido dialéctico, sección I.2, capítulo I). Las cosas no cambiarían del todo al llegar la Edad Media, pero todos sabemos quién o quiénes serían los encargados de "legislar" el trabajo del hombre de ciencia, así como el "producto" de su labor durante todo el Oscurantismo.

La sombra de la racionalidad científica (sección I.4, capítulo I), derivada de primeros principios y, finalmente, la filosofía aristotélica, acompañarían a la humanidad hasta el triunfo del copernicanismo y la ciencia galileana hacia el siglo XVII. Toda la filosofía medieval, toda la ciencia de la Edad Media se orientaba por las huellas que la filosofía aristotélica le había marcado; incluso poseía su propia racionalidad: aquella que la iglesia le dictaba. He aquí el mayor estancamiento de la ciencia, por hablar tan sólo de uno de tantos campos que no llegaron a desarrollarse sustancialmente, a pesar del impulso de hombres como Roger Bacon o Grosseteste.

En los primeros años de nuestra era, el imperio romano intentaría la unificación política-cultural de la Europa mediterránea; sin embargo, esto sumiría a tales tierras en una total crisis, donde el ámbito de la ciencia y la filosofía habría de adolecer frente a la completa preocupación de los estudiosos por problemas morales y religiosos; resaltemos a los estoicos o epicúreos o la tan curiosa escuela escéptica. Además, la mayoría de los centros de saber, dígase Roma o Alejandría, desarrollaron escuelas

filosóficas de carácter meramente religioso; el último estoicismo de Séneca, o el llamado neoplatonismo de Plotino son un ejemplo de ello. La figura de Galeno, nacido en el siglo II, le daría un impulso decisivo a disciplinas como la medicina; en astronomía podemos mencionar a Tolomeo de Alejandría, cuya teoría geocéntrica, con tendencia meramente aristotélica, sería adoptada más tarde por el Cristianismo. Así, al convertirse el emperador Constantino al catolicismo, el imperio se divide en dos, y la religión llega a constituir una parte fundamental de la preocupación humana. San Agustín daría un enfoque bastante sólido a dicha religión, lo que habría de acarrear, junto a otros factores como bien se sabe, un estancamiento en el ámbito científico.

Para el siglo XII el mundo occidental comenzaría a reconsiderar las ideas aristotélicas sobre la ciencia; la mayoría de los pensadores concebía la figura de Aristóteles como un lógico, aun y a pesar del impulso del mundo árabe, que ya conocía las ideas de este pensador. Sus obras se tradujeron al latín, en especial la obra más influyente sobre ciencia y el método científico: *Los Segundos Analíticos.* Así, Robert Grosseteste consideraba que el método inductivo-deductivo aristotélico tenía cierto grado de verdad, pero susceptible de complementarse[57]; para él la etapa inductiva no era más que una "separación", ordenamiento de los elementos constitutivos de un fenómeno, siendo la etapa deductiva una especie de composición, combinación de los elementos del proceso inductivo para reconstruir un fenómeno original.

> Grosseteste señaló que si un enunciado acerca de un efecto puede deducirse de más de un conjunto de premisas, entonces el mejor enfoque es eliminar todas las explicaciones menos una. Mantenía que si una hipótesis implica ciertas consecuencias, y si se puede mostrar que estas consecuencias son falsas, entonces la propia hipótesis debe ser falsa. (Losee, 2000: 46).

Este método de falsación corresponde a lo que los lógicos han llamado *modus tollens.* Para Roger Bacon, la ciencia debía de considerar un aspecto factual en sus investigaciones; de este modo habría de tomarse a la experimentación como un aspecto importante y fundamental. Sin embargo, cabe recordar que Bacon era también un notable alquimista, que propugnaba la trasmutación de cualquier metal en oro; aunque es preciso mencionar a su vez que tanto Bacon como Grosseteste estaban a favor de una ampliación del método inductivo-deductivo de Aristóteles, donde los principios,

obtenidos inicialmente por inducción, habrían de contrastarse por una experimentación posterior. A este procedimiento Bacon le llamó <<la primera prerrogativa>> de la ciencia experimental. *Esto último corresponde a un claro ejemplo del sentido dialéctico del método científico.*

La ciencia medieval estaba sumida en lo que podríamos llamar "un prejuicio religioso". Sin embargo, y a pesar de la constante preocupación teológica de la mayoría de los pensadores de tal periodo, algunos de éstos como Duns Escoto (ca. 1265-1308) o Guillermo de Occam (ca. 1280-1349) pertenecientes a órdenes religiosas como los franciscanos, contribuyeron al desarrollo de la teoría del método científico. Duns Escoto propuso un método de *acuerdo*, que consiste en ir enumerando los casos en los que se produce determinado fenómeno para de ahí identificar ciertas causas que se presentan de manera constante en dicho fenómeno, por lo que el científico podrá concluir cuál es la razón de éste y explicarlo satisfactoriamente; pero su formación religiosa lo llevaría a considerar que el método conducía a una <<unión disposicional>>, pues podría ser posible que Dios modificara el desarrollo del fenómeno y alterar la conclusión. De esta manera se distinguía entre el origen de los primeros principios, de corte aristotélico, y el cómo podrían justificarse como verdades necesarias, pues éstas son independientes de su verdad, obtenida a partir de la experiencia sensible; todo primer principio es verdadero en atención al significado de sus términos constituyentes.

A partir del carácter disposicional enunciado por Escoto, Occam propuso un método de la diferencia, en el cual se hace un parangón entre dos casos, uno donde el efecto es obvio, y otro donde éste no se presenta, de ahí que si el investigador es capaz de mostrar una circunstancia específica cuando el efecto se realice, y otra cuando no, entonces estará autorizado a concluir que dicha circunstancia es la causa de tal efecto. Un gran número de estudiosos de la Edad Media apostaban por el "principio de simplicidad", argumentando que la naturaleza siempre elige el camino más simple. Para Occam esto limitaba el poder divino, por lo que trasladó tal principio al aspecto relacionado con las teorías que sobre la naturaleza se han de hacer, argumentando que entre dos teorías que trataran de explicar un fenómeno se habría de elegir a la más simple, además de eliminar del seno de la ciencia los conceptos superfluos; a tales principios metodológicos se les llamó <<la navaja de Occam>>. *Hasta aquí, resulta relevante el hecho de la influencia notable de la <<historia externa>> en el desarrollo*

de la ciencia, pues se ha visto cómo aquéllos que trataron algún aspecto de la ciencia estaban influidos por preceptos religiosos, por el contexto social e histórico en el que vivían, lo que de una u otra forma modificaba su manera de conducirse y realizar su investigación, además de intentar adaptar sus juicios a esos mismos preceptos religiosos; por algo se podría decir aquí que la <<historia interna>> de la ciencia de esta época presenta un desarrollo poco notable.

Aunque de todos modos la ciencia siguió teniendo un carácter dinámico y de diálogo, además de que puede hablarse en este periodo de una cierta racionalidad propia, relacionada estrechamente con la religión; sin embargo, una cierta actitud de hombres tan portentosos como Leonardo da Vinci daría la pauta a la revolución científica que habría de irse configurando a partir del Renacimiento. Resulta importante señalar que Leonardo sólo admitía como verdaderos métodos científicos, la observación de la naturaleza y la experimentación; su actitud ya no correspondía a la manera clásica en que los hombres de ciencia de su época se centraban en sus investigaciones. No tomaba como base fundamental los escritos antiguos; recurría a ellos pero sólo como una referencia, sin pretender corroborar o apegarse a sus saberes. He aquí un simple ejemplo de la actitud del científico, en donde el <<todo vale>> feyerabendiano está por más ejemplificado.

La aparición de Copérnico corresponde a un hecho capital en la historia de la ciencia.

> Vivió y trabajó en un periodo caracterizado por los rápidos cambios de orden político, económico e intelectual que prepararían las bases de la moderna civilización europea y americana. Su teoría planetaria y la idea, a ella asociada, de un universo heliocéntrico fueron instrumentos que impulsaron la transición desde la sociedad medieval a la sociedad occidental moderna, pues parecían afectar a las relaciones del hombre con el universo y con Dios (Kuhn, 1994: 24).

Así, las ideas de Copérnico sobre la naturaleza del universo habrían de influir ampliamente en diversos campos del saber, como la ciencia y la filosofía, configurando lo que algunos autores han dado en llamar <<revolución copernicana>>. Su modelo heliocéntrico vertido en su obra *De revolutionibus orbium coelestium* poseía un carácter

eminentemente matemático, el cual consideraba como centro del universo al Sol, marcando la posibilidad de que la Tierra estuviera en movimiento, lo cual a su vez planteaba serias dificultades de carácter físico, dados los avances científicos de su época; sin embargo, uno de los puntos más álgidos de sus ideas radica precisamente en haber relegado a la Tierra a ser uno más de los planetas, dando una posición privilegiada al Sol; de ahí las consecuencias posteriores y los interminables debates que provocaría su obra.

> Copérnico se dio cuenta de que estaba transportando el centro de referencia de los movimientos planetarios desde la Tierra a las estrellas fijas. Esto implica una revolución, tanto en el orden físico como en el matemático, y viene a echar por tierra la física y la astronomía de Aristóteles (Dampier, 1997: 140).

Cabe señalar que Copérnico trató de determinar el sistema de movimientos de los planetas que presentase la geometría más sencilla y armoniosa, es decir: buscaba la sencillez matemática en un modelo; de aquí que su obra sea objeto de crítica desde el <<problema de salvar las apariencia>> antes mencionado. La importancia de la revolución copernicana es capital, pues "afectó" de forma determinante la mentalidad y las creencias humanas en muy diversos aspectos. Afectó a la ciencia en su aspecto dialéctico, como ruptura, como crítica o autocrítica de sí misma, pero a su vez:

Metodológicamente, la figura de Copérnico instauró un enigma en cuanto a la manera de hacer ciencia de la época, pues comenzarían a formar parte de ésta dos hechos sumamente importantes: la orientación pitagórica (matematización) y la preocupación por salvar las apariencias, donde una figura como Galileo llegaría a inscribirse en el centro mismo de estas cuestiones.[58]

II.2 Kepler, Galileo y la Matematización de la Ciencia

Johannes Kepler (1571-1630) podría considerarse un fiel representante de la orientación pitagórica. De formación protestante, pudo desarrollar sus investigaciones en astronomía a la sazón de las ideas copernicanas; estaba convencido de que existía una

relación matemática entre las distancias planetarias y las velocidades de los planetas, llegando a compactar sus ideas en sus tres leyes del movimiento planetario, base de la teoría de la gravitación clásica:

1) La órbita de un planeta es una elipse con el sol en uno de sus focos.
2) El radio vector que va del Sol al planeta barre áreas iguales en tiempos iguales.
3) La razón de los cuadrados de los períodos de dos planetas cualesquiera es directamente proporcional a la razón de los cubos de sus distancias medias al Sol.

Resulta claro que las leyes de Kepler implican el abandono de un principio astronómico fundamental, que se había mantenido inalterable desde Platón: el de la velocidad constante de los planetas sobre su órbita. Sin embargo, dichas leyes no serían aceptadas ni por Galileo ni por Descartes; habría que esperar hasta Newton para que el movimiento planetario elíptico fuera aceptado de manera definitiva. Además, Kepler postuló un universo estelar finito, en oposición a las ideas de Giordano Bruno sobre la existencia de infinidad de mundos y sistemas planetarios posibles. Con todo lo anterior se observa el carácter de diálogo, de crítica y rechazo en ciencia, muchas veces debido a una simple obstinación del hombre de ciencia; aunque el problema central en este estadio del desarrollo de la ciencia corre a cargo de un aspecto básico, de carácter epistemológico, pues estaba comenzando a operar una nueva actitud del hombre de ciencia, una nueva concepción de la naturaleza, que Galileo se encargaría de desarrollar ampliamente.

Es importante señalar que Kepler y Galileo formaron un frente común contra la Escolástica, identificado en la correspondencia que establecieron, a pesar de que el primero llegó a tener cierta reticencia hacia la experimentación, pues consideraba que "la experiencia no es más que un fortuito descubrir hechos que en cualquier caso pueden ser concebidos mucho mejor si se parte de los principios apriorísticos" (Cruz, 1989: 79); de aquí su tendencia pitagórica en pos de la matematización en ciencia. La importancia de sus ideas es ya de por sí conocida, puesto que contribuirían a formar lo que habría de llamarse: "la imagen mecanicista del mundo", trayendo como consecuencia un importante avance metodológico y racional en ciencia.

“Galileo estaba convencido de que el libro de la naturaleza está escrito en el lenguaje de las matemáticas. Por esta razón buscaba restringir el ámbito de la física a afirmaciones sobre *cualidades primarias*” (Losee, 2000: 62). Entiéndase por cualidades primarias aquellas cualidades objetivas de un cuerpo (forma, tamaño, número, posición...); por ello, Galileo se separa de ciertas explicaciones aristotélicas de carácter teleológico, en este sentido: “Para Aristóteles, la naturaleza se hallaba colocada bajo la primacía del concepto de *fin*. Para Galileo, en cambio, es el criterio de *necesidad* el que determina el sentido y el contenido del concepto de naturaleza” (Cruz, 1989: 93). Precisamente este tipo de explicaciones —las aristotélicas— no explican *grosso modo* los fenómenos físicos, de ahí que Galileo propugnara por una especie de <<criterio de demarcación>> en la ciencia, el cual habría de constar de dos etapas:

> ***Primera:*** En la cual se separan minuciosamente las interpretaciones científicas de las no científicas (he aquí la no aceptación de las explicaciones teleológicas).
> ***Segunda:*** Donde se establecen criterios de aceptabilidad de las explicaciones científicas (ejemplo es su separación con respecto al “espacio natural” aristotélico por un espacio geométrico).

Con Galileo comienza a darse por sentada la creación de una ciencia físico-matemática, la cual fuera capaz de prever los fenómenos, pues “le interesaba más el método de investigación que la naturaleza de los seres” (Bréhier, 1988: 646). De aquí que en su “metodo experimental” Galileo recurriera a dos procedimientos esenciales: el <<método de resolución>>, de carácter inductivo y funcional en cuanto a los hechos y las ecuaciones matemáticas que de ellos se derivan, además de recurrir muchas veces a idealizaciones, como la caída libre en el vacío; y el <<método de composición>>, el cual permite deducir un cierto número de hechos a partir de las leyes observadas, pues incluso, considerando algunas hipótesis pudo deducir ciertos datos no previstos inicialmente. Todo lo anterior habría de estar expuesto a una <<confirmación experimental>>, aunque cabe resaltar que muchos reportes de Galileo se hicieron sin precisamente haberse comprobado experimentalmente.

Es así que con este autor la <<imagen mecanicista del universo>> tendría sus primeras bases; la mayoría de los trabajos de Galileo conducen a ésta. Aún así, la

ciencia no pudo separarse completamente del carácter <<personalizado>> que el científico le insuflaba. Algún tiempo después se vería surgir la actitud para despersonalizar el trabajo de la ciencia, al volver a ésta cada vez más objetiva, con carácter de cierta élite científica; habría de surgir pues el <<lenguaje del especialista>>.

Pero lo verdaderamente importante es que una gran reconstrucción racional en la ciencia estaba ya gestándose, primordialmente porque la actitud del hombre de ciencia cambió, sus investigaciones ya no estaban supeditadas a lo que se podría llamar "prejuicios religiosos", ni tampoco a la autoridad de pensadores del pasado; además, al introducir la matemática como herramienta, la ciencia comenzaba por adquirir nuevos enfoques y perspectivas. ¿No es acaso esto un ejemplo del dinamismo de la razón del que se hablaba en el capítulo anterior?, ¿de cierto tipo de racionalidad distinta a la ya conocida? Además, Galileo instaura lo que podría llamarse <<una nueva noción ontológica>> en los conceptos científicos, ya que en principio: reposo y movimiento llegaron a adquirir un mismo nivel categórico; el primero ya no sería más fundamental que el segundo, ambos habrían de ser estados independientes de la constitución de la materia, lo que contradice a la ciencia aristotélica, y ejemplifica una vez más el carácter dialéctico en ciencia. Ya que: "No se trata, pues, de una decisión metodológica que haría de la ciencia una construcción mental, sino de la respuesta adecuada a la estructura ontológica de la realidad misma, su conocimiento objetivo" (Granada, 2000: 50). Más aún:

> Resulta así que la naturaleza está constituida por lo medible o geometrizable. Por eso la matemática no es un mero instrumento sino una necesidad ineludible para el estudio de la naturaleza. Los dos textos de Galileo están íntimamente relacionados y nos obligan a reconocer la indisolubilidad de los problemas ontológico y metodológico. La matematización de la naturaleza, el descubrimiento de su estructura matemática implica no sólo una revisión e inversión de la jerarquía de las matemáticas y la física, sino también una nueva concepción de la experiencia, de la relación del sujeto con la realidad, de la constitución de ésta y de la validez de la información de nuestros sentidos (Beltrán, 2000: 84).

Es decir, con Galileo el hombre de ciencia habrá de ir dejando de lado el <<gusto por lo ontológico>> propio de los filósofos y los científicos de carácter aristotélico, en pos de una visión objetiva del mundo, del carácter positivo de la labor

científica. Sin embargo, surge aquí parte del conjunto de objeciones que se le han hecho al proceder de Galileo, fundamentalmente en cuanto al <<debate por salvar la apariencias>>.

Galileo, en atención a Feyerabend: <<hizo trampa>>; su proceder no es del todo claro. Si bien durante el curso de sus investigaciones hizo muchos experimentos, también recurrió a "experimentos mentales", en pos de salvar las apariencias. Cabe señalar que:

> Galileo es uno de esos raros pensadores que ni quiso *aferrarse* para siempre a las interpretaciones naturales[59] ni quiso *eliminarlas* por completo. Los juicios absolutos de este tipo son completamente extraños a su modo de pensar. Insiste en la *discusión crítica*[60] para llegar a decidir qué interpretaciones naturales pueden conservarse y cuáles deben ser reemplazadas. Esto no siempre está claro en sus escritos, sino todo lo contrario. Los métodos de reminiscencia, a los que apela tan libremente, están ideados para producir la impresión de que nada ha cambiado y que continuamos expresando nuestras observaciones al modo antiguo y familiar. Sin embargo, resulta fácil descubrir su actitud: las interpretaciones naturales son *necesarias* (Feyerabend, 2000: 57-58).

Galileo recurre a todo tipo de artificios en pos de salir airoso; su proceder tiene éxito aunque viola ciertas reglas de corte metodológico. Sin embargo, este proceder lo lleva a marcar una diferencia sustancial entre sus predecesores y contemporáneos, ya que instaura una nueva visión sobre la ciencia, su proceder, teorías y herramientas. Las relaciones entre razón y práctica en ciencia caminan en este caso por senderos muy característicos, que dan cuenta de lo importante del proceder propio del hombre de ciencia, y fundamentan el principio metodológico <<todo vale>> de Feyerabend, a la par del carácter dialéctico de la ciencia, de cómo su avance es dialéctico. En atención al caso de Galileo: "Podría decirse entonces que la dialéctica de la ciencia constituye un proceso de adecuación progresiva a la realidad, y sus caracteres, por tanto, le vienen impuestos por la realidad misma que ella va conociendo" (Cruz, 1989: 114). Pero a pesar de esto, no resulta sencillo aceptar del todo la anterior afirmación, pues hablar de realidad conlleva todo un cúmulo de concepciones que salen incluso del seno de la ciencia; sólo se insiste en el carácter dialéctico de ésta, considerando que con Galileo la empresa científica habría de tomar nuevos aires, pues se rechaza y abandona una visión, un paradigma, dando paso a otro mucho más fructífero para la ciencia misma; la imagen

mecanicista del mundo se colocaría en el centro de los debates, y el que se llevaría a cabo durante los siglos XVII y XVIII entre Racionalismo y Empirismo dejaría nuevas sendas de exploración.

II.3 Racionalismo y Empirismo

Dos grandes corrientes filosóficas se habrán de tratar ahora; es por medio de éstas que la concepción de <<ciencia moderna>> iría moldeándose. Nos referimos al Racionalismo, cuyos principales representantes fueron: Descartes, Leibniz y Spinoza –aunque sólo se han de tratar las ideas de los dos primeros– y al Empirismo, de manufactura inglesa, con las figuras principales de Bacon, Locke y Hume. Con ellas nos enfrentamos a un intenso debate desarrollado principalmente en la teoría del conocimiento (gnoseología), y además, a un claro ejemplo de proceso dialéctico en la ciencia.

Racionalismo

"Nombre de la doctrina para la cual el único órgano adecuado o completo de conocimiento es la razón, de modo que todo conocimiento (verdadero) tiene origen racional" (Ferrater-Mora, 2001: 2982). Independientemente del sentido específico con que se use este término, ya sea histórico ó psicológico, entenderemos por Racionalismo aquella corriente filosófica que, junto con el Empirismo, dio paso a la filosofía moderna, y que sentó las bases para la imagen racional, específicamente mecanicista, de la realidad.

Para los racionalistas la naturaleza se asemejaba a una gran maquinaria, y la obra de René Descartes contribuye a forjar esa imagen mecanicista y racional. Descartes era un racionalista nato; para él "la naturaleza posee un carácter racional y la razón es el único medio para conocerla". Nacido en 1596 en La Haye, en la Turena francesa, sus ideas científicas se encuentran, principalmente, en las obras: *Tratado del mundo*, *Dióptrica*, *Meteoros*, *Geometría* y la más famosa, *Discurso del método*. Para Descartes la ciencia debería de construirse como una pirámide de proposiciones, pero, a diferencia de Bacon, ésta ha de comenzar desde la cúspide, e ir avanzando deductivamente hasta

los cimientos. De aquí el que concibiera a la razón como el único medio para conocer la realidad. Tal característica de su pensamiento se lo daría la matemática, con lo que la certeza en el conocimiento sólo ha de alcanzarse *a priori,* en ausencia de la realidad. En efecto:

> La ciencia que busca fundar Descartes es una acerca de lo real, y alcanzarla lo obligará a construir un puente que permita transitar con seguridad de la certeza a la verdad entendida en términos de correspondencia entre el pensamiento y la cosa.[61] (Garber, 2000: 102).

Dicha adecuación corresponde a un proceso racional, y por ende, habrá que construir un puente siguiendo ciertas reglas; así, el método universal cartesiano consta de cuatro reglas:

> —*La evidencia.* No admitir nunca nada como verdadero si no se conoce de forma clara y distinta.
> —*Análisis.* La división de los argumentos en tantas partes como sea posible.
> —*Síntesis.* El tratar de conducir ordenadamente los argumentos, comenzando por los más simples, hasta llegar a los más complejos.
> —*Realizar inventarios.* Éstos deben ser lo más completos posible, con la seguridad de no haber omitido nada.

"Según las *Reglas,* el método consistirá, ante todo, en proporcionar al espíritu ciertos esquemas que permitieran saber, ante cada nuevo problema, de cuántas verdades y de qué verdades depende su solución" (Bréhier, 1988: 684). De esta manera, para Descartes el objeto de la ciencia está limitado a aquellas cualidades que pueden expresarse en forma matemática, y la naturaleza de su método da cuenta de ello. La descripción de la naturaleza se reduce a aspectos cuantificables de ésta, por lo que la naturaleza ha de asemejarse a un gran mecanismo.

> La doctrina mecanicista de Descartes fue una doctrina revolucionaria en el siglo XVII. Muchos pensadores que la aceptaron creyeron que era más científica que opiniones rivales, que tomaban en consideración cualidades <<ocultas>>, como fuerzas

magnéticas y fuerzas gravitatorias (Losee, 2000: 83).

En este sentido, sólo defendía un concepto mecanicista de la causalidad, y los fenómenos naturales sólo podrían y han de poder explicarse en términos geométricos, por lo que los cuerpos no difieren del espacio; además, la idea de un vacío resulta ser una contradicción, ya que éste no puede percibirse por los sentidos. Descartes buscaba establecer leyes generales, y las generalizaciones lo llevaban a afirmar que todo movimiento está causado por un choque o por una presión; asimismo, afirmó la conservación de la cantidad de movimiento ($p=mv$, m: masa y v: velocidad, p: constante), esto último corresponde a la tercera de sus leyes generales del movimiento de Newton (1642-1727).

En su teoría del método científico, la observación y la experimentación tenían un papel importante, aunque precisamente en esta última se quedara un poco corto. Estas dos categorías proporcionan, según Descartes, el conocimiento de las condiciones en que tienen lugar ciertos fenómenos específicos. Además, la observación y la experimentación permiten establecer hipótesis tales que sugieren mecanismos y/o instancias compatibles con las leyes fundamentales; de aquí que parte de sus ideas desdeñen un poco la explicación experimental, por considerar a ésta como de carácter parcial o *ad hoc*, una ayuda para formular explicaciones. De todos modos, parece ser que el método que Descartes sugirió no es el que él mismo hubo de seguir en sus investigaciones, *¿sigue reiterándose la tesis de Feyerabend de que muchos científicos hicieron "trampa" en el desarrollo de sus investigaciones*[62]*?, ¿es el principio metodológico: <<todo vale>> el que surge de manera natural?* Descartes no contribuyó de manera definitiva al conocimiento objetivo del mundo, indagó el carácter matemático de la naturaleza más como filósofo que como científico, pero su trascendencia es ya de por sí conocida. Lo más importante sobre todo es que continuó aplicando la matemática, y pudo concebir que existen leyes universales en el universo, válidas en cualquier parte. Por sus libros *El discurso del Método* y, sobre todo por su obra póstuma, *Reglas para la conducción del espíritu*, a Descartes también se le atribuye la idea todavía tan difundida de concebir al método de la ciencia como algo que puede formularse mediante reglas o prescripciones que deben ser seguidas para que una investigación merezca el nombre de científica.

Gottfried Wilhelm Leibniz fue contemporáneo de Newton. Es conocida en la historia de la ciencia la polémica entre ambos sobre quién había creado el cálculo, y las implicaciones que para el pensador alemán tuvo ésta. Ahora bien, a pesar de que Leibniz fue un gran científico, y un pensador reconocido en su época, sus concepciones tienen un notable carácter metafísico, ya que:

> Es un matemático que encuentra en la lógica de Aristóteles los principios de donde sacará su metafísica; y un mecanicista que rehabilita las formas sustanciales de la escolástica y el uso de las causas finales en física. Pero, por encima de todo, el ritmo de su pensamiento es diferente: Descartes había invertido el orden de la filosofía basando la certeza de la física en el conocimiento, por reflexión, de Dios y de sí mismo; Leibniz vuelve, más allá de Descartes, al orden tradicional. (Bréhier, 1988: 814).

Leibniz intentó apoyar sus investigaciones en principios metafísicos, empleándolos en la búsqueda de leyes científicas. “A diferencia de Newton, quien hace lo que él mismo llama <<filosofía experimental>>, la cual sólo asume principio probados por la experiencia, Leibniz asume fenómenos probados por sus principios.” (Herrera-Ibáñez, 2000: 154-155). A su vez, criticó arduamente el principio cartesiano de la conservación de la cantidad de movimiento (*mv*), basándose en las propiedades de la continuidad del espacio, complementándolo al introducir el concepto de la conservación de la “fuerza viva” *(½mv²*), y aunque hoy esté claro que ambos principios no son estrictamente ciertos, las ideas de Leibniz contribuyeron al descubrimiento de la ley de la conservación de la energía. Además: “Leibniz se dio prisa en apelar a los fenómenos de choque para apoyar la afirmación ontológica de que la naturaleza actúa invariablemente de modo de evitar las discontinuidades” (Losee, 2000: 107). Él creía que la naturaleza siempre selecciona el curso de acción más sencillo, con lo cual pudo argumentar su principio metafísico de que Dios gobierna el universo de tal forma que siempre lo hace con un máximo de simplicidad y perfección. Consideró también que el universo era como una <<gran maquinaria>>, gobernado por la causalidad material y eficiente, pero apoyado en consideraciones teológicas; para Leibniz, la certeza en ciencia sólo se da a partir del uso de la razón, referida a principios metafísicos, no considerando la contingencia del conocimiento adquirido empíricamente. Su sistema filosófico referido a la ciencia resaltaba la total dependencia del ámbito fenoménico con

respecto al ámbito metafísico; por algo su método correspondió al deductivo. También se opuso a Newton y otros al afirmar que el tiempo y el espacio no eran absolutos, sino meros conjuntos de relaciones matemáticas (dialéctica en sentido de diálogo). Cabe mencionar que se opuso a las concepciones de la materia dadas por Descartes y Newton, pues para el primero la materia es extensión, siendo para Leibniz un concepto demasiado estático; y si bien Newton pensaba que la materia era inercial (pues los cuerpos tienden al reposo), esto para Leibniz resultaba ser no suficientemente dinámico, ya que consideraba que no hay cuerpo o materia que no esté siempre realizando algún esfuerzo, por lo que los cuerpos nunca están en reposo, siendo su naturaleza la acción.

De nuevo, aún y a pesar de que tanto Descartes como Leibniz compartían ciertos principios motores en sus ideas, ambos desarrollaron sus concepciones científicas de manera independiente, y muchas veces en oposición, con lo cual podremos afirmar que en el seno mismo del racionalismo, el carácter dialéctico de la ciencia y el discurso científico se hace presente. ¿Acaso no <<todo vale>>? ¿Acaso no la ciencia ha de ser autocrítica, aceptar la contradicción?

Empirismo

Separada de la concepción racionalista existía la actitud del Empirismo de Francis Bacon, John Locke y finalmente David Hume. Fue el primero de éstos cuyas ideas tomaban al método inductivo como el verdadero método científico, y el único medio para conocer el mundo; además de afirmar que la experiencia, antes que la razón, nos da cuenta de ello.[63]

En 1620 Francis Bacon publica su *Novum Organum,* obra donde principalmente se establece un nuevo método científico, que intentaba derrocar al método deductivo aristotélico. Y aunque precisamente Bacon no llenó su obra con ejemplos concretos sobre la aplicación del método inductivo-experimental que estableció, sí llegó a servir de inspiración para muchos. Ya nos da un indicio de dicho método en el prefacio a su obra:

> En cuanto a nuestro método, es tan fácil de indicar como difícil de practicar. Consiste

> en establecer distintos grados de certidumbre, en socorrer los sentidos limitándolos; en proscribir las más de las veces el trabajo del pensamiento que sigue la experiencia sensible; en fin, en abrir y garantizar al espíritu un camino nuevo y cierto, que tenga su punto de partida en esta experiencia misma. (Bacon, 1991: 33).

Hay que decir también que si bien Bacon pretendía alejarse de las concepciones aristotélicas sobre la ciencia, parte de la base de sus ideas —centradas en la "teoría de las formas", como esas entidades que el hombre de ciencia debe tener como objetivo descubrir en toda investigación— lo acerca de una u otra manera a las concepciones aristotélicas, ya que concibe al universo como un conjunto de sustancias que poseen ciertas propiedades y fuerzas, además de relaciones entre sí, y no precisamente como un conglomerado fenoménico de acontecimientos que se ajustan a leyes; aunque, ¿qué es en sí una forma?:

> Pues hablando de las formas no queremos designar otra cosa sino las mismas leyes y las determinaciones de un acto puro que regulan y constituyen algunas propiedades simples, como el calor, la luz, la gravedad en toda especie de materia y en todas las sustancias que pueden admitir esa propiedad. Así, la forma del calor o la forma de la luz es absolutamente la misma cosa que la ley del calor o la ley de la luz. (Bacon, 1991: 106).

En sí, las formas son aquellas cualidades simples, irreductibles, presentes en todos los objetos que percibimos; por algo Bacon consideró que en general, una forma se define en términos de ciertas partes y configuraciones ocultas de los cuerpos. De aquí que también la base de su método estaba referida a tomar un énfasis importante con respecto a las inducciones progresivas y graduales, además de considerar a la exclusión como parte de toda investigación científica. Bacon resaltó también el carácter social de la ciencia; concebía que ésta debe estar encaminada al dominio sobre la naturaleza, y es a su vez un *instrumento* civilizador. La importancia de la obra baconiana reside en su carácter "profético", sobre todo por el entusiasmo y la visión que presentaba, a pesar de que posee ciertos tintes escolásticos que lo acercan más a una tradición medieval. Aún así llegó a marcar uno de los caminos que habría de seguir de entonces en adelante la ciencia. *Sin embargo, resulta clara la notable diferencia entre la concepción de Bacon sobre la ciencia y la de los racionalista: Bacon consideró a la experiencia como una*

facultad fundamental para conocer el mundo, resaltando la importancia del método inductivo; aquéllos propugnaban porque la razón era la única facultad para conocer el mundo. De nuevo: el carácter de diálogo en ciencia hace su aparición.

Las ideas de Locke sobre la ciencia están contenidas en su obra *Essay Concerning Human Understanding*[64] de 1690; en ésta encontramos una obra de empirismo centrada no precisamente en cómo establecer un criterio universal sobre el carácter de la ciencia, sino en investigar los procesos con los que opera la psique humana; deja de lado ciertas posturas tradicionales de hacer filosofía e intenta investigar la naturaleza del alma humana a partir del "paradigma del empirismo". Locke critica al innatismo:

> Ya sé que está generalmente admitido que todos los hombres tienen ideas innatas, ciertos caracteres originarios que les han sido grabados en sus almas desde el primer momento de su existencia. He examinado con sumo cuidado esta opinión y me imagino que lo que he dicho en el libro anterior para refutarla será admitido con mucha más facilidad cuando haya hecho ver de dónde puede el entendimiento sacar todas las ideas que tiene, por qué vías y en qué grados pueden éstas llegar al espíritu, para lo cual yo apelaría a lo que cada uno puede observar y experimentar en sí mismo. (Locke, Libro II).

Para el filósofo empirista la mente es como una *tabula rasa,* una especie de hoja en blanco, sin estar completamente en blanco, ya que las ideas se gestan en la conciencia y ésta va construyendo, a partir de la "experiencia psíquica", a dichas ideas, las cuales se dividen en:

(1) ***Ideas simples.*** Donde el estado de la mente es pasivo, y las ideas son aportadas a ésta por medio de sensaciones y reflexiones, siendo las primeras producidas por los objetos en nosotros, a partir de cualidades primarias y cualidades secundarias, y las segundas corresponden a las acciones de la propia mente, como el pensamiento y el deseo.
(2) ***Ideas complejas.*** Son producidas por el espíritu al reunir o comparar las ideas simples, y en general se clasifican en: modos, sustancias y relaciones.

De aquí que la filosofía de Locke sea gnoseología, y finalmente: epistemología, pues establece incluso una "visión realista" sobre cómo se gesta el conocimiento, y en particular, el conocimiento científico. El conocimiento es para Locke "una percepción de relación" entre nuestras ideas, siendo éstas elementos del conocimiento y/o representaciones de la realidad. Hace también una crítica a la idea escolástica de sustancia; para él no se pueden captar las sustancias individuales por medio de la especulación abstracta, sino por medio del "nivel operativo" de la conciencia, por lo que, según Locke, no se puede hablar de una sustancia en general, sino sólo de sustancias individuales.

Leibniz escribió su "Nuevo tratado sobre el entendimiento humano", en donde hace una crítica a la tesis de Locke sobre la no existencia de ideas innatas; su Monadología le proporcionó la solución a tal crítica, argumentando que el análisis del inglés presentaba ciertos equívocos. Nuevamente la dialéctica en su carácter de diálogo, asimismo de dialéctica negativa, y a su vez, como componente metodológico de la ciencia.

Hume hablaba no sólo de ideas; introduce un concepto *ad hoc* a su sistema: las impresiones, pues considera que éstas son entes perceptivos fuertes, y las ideas son más débiles, corresponden a veces a copias de las impresiones, pero sin igualar su vivacidad. Por algo las ideas nacen de una asociación, de la cual pueden resaltarse: la semejanza, la continuidad en tiempo y espacio y la causalidad; de esta última lleva a cabo una crítica sustancial.

> Estamos determinados sólo por la COSTUMBRE a suponer que el futuro es conformable al pasado… Las fuerzas por las que operan los cuerpos son enteramente desconocidas. Nosotros percibimos sólo sus cualidades sensibles; y ¿qué razón tenemos para pensar que las mismas fuerzas hayan de estar siempre conectadas con las mismas cualidades sensibles?
>
> No es, por lo tanto, la razón la que es la guía de la vida, sino la costumbre. Ella sola determina a la mente, en toda instancia, a suponer que el futuro es conformable al pasado. Por fácil que este pasado pueda parecer, la razón nunca sería capaz, ni en toda la eternidad, de llevarlo a cabo.[65] (Hume, 1977).

Cabe señalar que Hume no considera que el conocimiento ha de tener un fundamento racional, pues en su obra muestra que el conocimiento está fundado en ciertas inclinaciones naturales de los hombres, no en consideraciones meramente racionales. ¿Tendrá algo que ver esto con la tesis de Feyerabend de que la ciencia no siempre avanza racionalmente, y por algo su conocimiento no se construye completamente de esta forma?

Asimismo, lo que hace Hume en parte de su *Tratado de la naturaleza humana*, es examinar el principio de causalidad; desde su aserción lógica y empírica, llega a la conclusión de que ni siquiera las leyes científicas pueden ofrecer una garantía absoluta sobre la "repetición en el futuro" de fenómenos que verifiquen dichas leyes, pues existe una antítesis entre la razón humana y la experiencia: ésta se da en casos individuales, aquella exige leyes universales, por lo que para resolver tal antítesis el hombre recurre a dogmatismos. Así, las inferencias causales no son inferencias demostrativas, pues en una relación causal sólo hay conjunción, y el creer que a una misma causa le corresponderá un mismo efecto sólo está fundado en la suposición de que existe uniformidad en el curso de la naturaleza.

Hume acuña una noción propia de ciencia; considera que una ciencia corresponde a un sistema de proposiciones que se enfoca en descubrir relaciones de semejanza entre las ideas, no precisamente entre las impresiones. En ciertas ciencias como la matemática, al desvincular sus objetos de la experiencia, las relaciones se convierten en meras idealizaciones, llegando a constituir un conglomerado sustancial de proposiciones lógicas pero sin ninguna garantía de ser aplicables. De cierta forma, se nota el claro escepticismo de Hume, en el sentido de negar la existencia de un completo conocimiento objetivo de la naturaleza, ya que de existir éste, presupondría el conocimiento necesario de las relaciones entre ideas y cuestiones de hecho (en apego a las impresiones sensibles).

> Se ha sostenido que Hume afirmaba que la ciencia comienza con impresiones sensibles y sólo puede abarcar aquellos conceptos que de alguna manera se <<construyen>> a partir de los datos sensibles. (Losee, 2000: 113).

Sin embargo, Hume parece apegarse al método de análisis; a pesar de sentir simpatía por la mecánica newtoniana, en su obra se observa una aversión a aceptar que

las verdades científicas tengan el rango de verdades necesarias, ya que sólo puede considerarse que las leyes científicas tienen el rango de probables, es decir, sólo la probabilidad es el rasgo defendible de los principios y leyes científicas, pues el filósofo empirista considera que no hay nada necesario, que la necesidad sólo existe en la mente, no es algo inmanente a los objetos y al mundo. Es notable cómo este carácter probabilístico de las leyes de la naturaleza es redescubierto por la mecánica cuántica en el siglo XX, donde el concepto de probabilidad juega un papel central. Hume puede considerarse el creador de una epistemología propia, aunque sus ideas no sólo trascienden el ámbito de la ciencia, son también importantes sus estudios morales y políticos:

> Hume es un moralista, un sociólogo, antes que ser un psicólogo: el *Tratado* ha de mostrar que las dos formas bajo las cuales el espíritu es *afectado* son, esencialmente, lo *pasional* y lo *social*. Y ambas se implican, asegurando la unidad del objeto de una ciencia auténtica. (Deleuze, 2007: 11).

Retomando un hecho: Hume consideró que las ciencias corresponden a sistemas de proposiciones vertidas únicamente en las ideas y en las relaciones de semejanza que puedan establecerse, por ello hasta afirmaba que el espacio en general es pura ficción, a la que no corresponde ninguna impresión de carácter empírico. Se considera que Hume utilizó un método específico, que aplicado al tratamiento de problemas morales y religiosos, conduce a resultados interesantes, ya que llega a identificar que la razón no dicta ninguna acción moral o inmoral, aunque tal hecho rebasa los alcances del presente trabajo.

Se observan pues algunos puntos esenciales del debate filosófico y científico de ambas corrientes filosóficas, en donde un pensador refuta a otro, o alguno complementa a su predecesor o contemporáneo, estableciendo un diálogo constante; pero basta señalar que las bases teóricas de ambas corrientes sirvieron para acuñar lo que habría de conocerse como ciencia moderna. El camino ya estaba trazado, y un gran “actor” entraría en escena.

II.4 Newton y la Ciencia Moderna

Es con Newton que una reconstrucción racional habría de operar en la ciencia. Este "filósofo natural" promulgaba un método inductivo de análisis, llamado inductivo-deductivo, que conducía a una generalización de los hechos y a la enunciación de leyes. La ciencia newtoniana poseía un carácter axiomático. Para Newton se podía hablar de un espacio y tiempo absolutos, aunque dichas concepciones sólo habrían de permanecer hasta la llegada de Einstein y su Teoría de la Relatividad. Pero es también con Newton que la ciencia adquiere completamente ese carácter objetivo que ha llevado marcadamente desde el siglo XVIII; con él se consolida el <<lenguaje del especialista>>, pues el científico despersonaliza su trabajo, y la racionalidad newtoniana habría de influir notablemente en muchas disciplinas científicas, en especial las denominadas <<ciencias factuales o empíricas>>.

Aunque ya se ha dicho que para Newton la ciencia era axiomática, no debe considerarse dicha concepción como cercana al racionalismo cartesiano, pues para el pensador inglés, el filósofo natural podía realizar sus generalizaciones, es decir, establecer leyes, a partir de un examen cuidadoso de los fenómenos; en este sentido: sólo tendría validez aquello fundamentado en los hechos, pues el hecho es lo original, y los principios son derivados de ellos. A su vez, recurrió a ciertas ideas aristotélicas, estableciendo lo que también se conoce como *método de análisis y síntesis*. Resaltaba la importancia del experimento, pero también el que pudieran hacerse proposiciones más allá de las conclusiones que surgen de la inducción. En su obra magna *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, se dejan ver sus ideas sobre la importancia del experimento, pues*:*

> Newton declaró que en la filosofía experimental "las proposiciones particulares se infieren a partir de los fenómenos, y después se generalizan mediante la inducción. Fue así como se descubrieron la impenetrabilidad, la movilidad y la fuerza impulsora de los cuerpos, y las leyes del movimiento y la gravitación. (Losee, 2000: 92).

Aunque huelga decir, para ser precisos, que Newton no aplicó al pie de la letra el principio de inducción, pues su famosa ley de la inercia no la dedujo necesariamente de la observación de los hechos, sino que corresponde a una abstracción, ya que muchas

veces Newton planeaba sus experimentos en función de la demostración de una teoría, lo que hace de su método un notable intento de armar un engranaje entre teoría y experimentación. Como ya se dijo, Newton fundó ciertas concepciones —más platónicas que científicas— absolutas sobre el espacio y tiempo, pues cabe señalar también que fue un teólogo interesado en hacer corresponder parte de sus investigaciones con concepciones teológicas, es decir, las ideas de Newton poseen un vínculo esencial entre física y metafísica, vertido fielmente en uno de sus manuscritos (*De gravitatione et aequipondio fluidorum*), ya que:

> Tiempo y espacio se presentan aquí, no ya como simples sistemas de referencia mediante los cuales podemos medir los movimientos de los cuerpos, sino como *estructuras ontológicas objetivas,* ligadas por una relación de complementariedad *sui generis* recíproca, por la cual el espacio también posee, además de sus características de otro tipo, la eternidad propia del tiempo. Ambos son entes coeternos a Dios y, por lo tanto, increados, precedentes a la misma creación del universo. (Cruz, 1989: 125).

Así, se puede observar que la filosofía natural de Newton se sostiene en ciertas estructuras ontológicas como el espacio y tiempo absolutos, lo cual da sentido a su "sistema del mundo"; él mismo nos lo hace notar en este pasaje de un escolio de su obra *Mathematical Principles of Natural Philosophy:*

> El espacio es afección del ente en cuanto ente (*entis quatenus ens affectio*). Ningún ente existe o puede existir si no se relaciona de alguna manera con el espacio: Dios está en todos los sitios, las mentes creadas están en algún lugar y el cuerpo está en el espacio que ocupa; lo que no está en todos los sitios, ni en lugar alguno, no existe. De donde el espacio es efecto emanativo (*effectus emanativus*) del ente primero, puesto que, admitido un ente cualquiera, se admite el espacio. De manera análoga puede definirse la duración: en efecto, ambos son atributos o afecciones del ente, y fundándose en ellos se define la cantidad de existencia de cada individuo en cuanto a la amplitud de su presencia y a su perseverancia en el ser (*quantitas existentiae cojuslibe individui quoad amplitudinem praesentiae et perseverationem in suo esse denominatur*). De esta manera la cantidad de existencia de Dios es eterna en cuanto a la duración e infinita en cuanto al espacio en el que está presente; y la cantidad de existencia de una cosa creada coincide, en cuanto a la duración, con su duración desde que comenzó a existir, y en cuanto a la amplitud de su presencia, con el espacio en el

que está presente. (Newton, Hall y Boas Hall (eds.), 1962, 103).

De nuevo, se observa plenamente el carácter metafísico y teológico de las concepciones de Newton, que dan cuenta de que continúa desenvolviéndose en la imagen mecanicista del mundo, es decir, su <<universo máquina>>.

Ahora bien, se ha dicho que Newton propugnaba por un método de análisis y síntesis; en una parte de su obra *Óptica*, nos lo explica de la siguiente forma:

> Como en las matemáticas, en la filosofía natural la investigación de las cosas difíciles por el método de análisis ha de preceder siempre al método de composición. Este análisis consiste en realizar experimentos y observaciones, en sacar de ellos conclusiones generales por inducción, y en no admitir otras objeciones en contra de estas conclusiones que aquellas salidas de los experimentos u otras verdades ciertas, pues las hipótesis no han de ser tenidas en cuenta en la filosofía experimental. Y, aunque los argumentos a partir de observaciones y experimentos por inducción no constituyan una demostración de las conclusiones generales, con todo, es el mejor modo de argumentar que admite la naturaleza de las cosas y ha de considerarse tanto más fuerte cuanto más general sea la inducción. Si de los fenómenos no surge ninguna excepción, las conclusiones pueden proclamarse en general. Pero, si algún tiempo después surgiese alguna excepción de los experimentos, habrán de comenzar a proclamarse con las excepciones pertinentes. Con este método de análisis podemos pasar de los compuestos a sus ingredientes y de los movimientos a las fuerzas que los producen; en general, de los efectos a las causas y de estas causas particulares a las más generales, hasta que el argumento termine en la más general. Este es el método de análisis. El de síntesis, por su parte, consiste en suponer las causas descubiertas y establecidas como principios y en explicar con ellas los fenómenos, procediendo a partir de ellas y demostrando las explicaciones. (Newton, 1977: 349).

Del pasaje anterior se deriva el hecho de que Newton deja fuera de su método a las hipótesis de carácter meramente especulativo, dando una notable importancia a la inducción. Asimismo, a continuación se mencionan brevemente las etapas más importantes de su método axiomático:

(1) Primero se establece un sistema axiomático (en acuerdo con su carácter de matemático).

(2) Se establece posteriormente un procedimiento tal que puedan correlacionarse los principios, proposiciones y teoremas del sistema axiomático con las observaciones. Por algo el sistema axiomático debe estar conectado directamente con el mundo físico; ejemplo claro: las tres leyes de la mecánica.

Una vez hecho lo anterior se procede a la enunciación de leyes y principios, deducidos a partir de la experiencia, y en donde sólo deben interesar al científico aquellos fenómenos que posean carácter "cuantificable", que puedan medirse. Con esto podríamos mencionar su famosa fórmula: <<Hypotheses non fingo>>, con la cual se oponía a la enunciación de hipótesis tanto de tipo aristotélico como cartesiano, por considerarlas de carácter metafísico, y que conducen a generalizaciones *a priori*, pues sólo la naturaleza, al ser debidamente interrogada, puede proporcionar las leyes y los modelos científicos, los cuales no pueden ser sólo fruto de la imaginación humana; es decir, excluía —como ya se dijo— las hipótesis en cuanto posibilidades teóricas sin base empírica, las hipótesis de carácter especulativo; habrá que señalar también que para Newton la matemática sólo poseía un carácter auxiliar en toda indagación científica.

De esta forma, el carácter de la ciencia moderna, como se fue estableciendo a partir de Newton, estaba enfocado al descubrimiento y enunciación de leyes generales, consideradas éstas no como producto de un legislador (dígase Dios), sino como algo "encarnado" en el propio ser de las cosas; esa ley con la que fueron dotadas originariamente las cosas. De esta forma, la importancia capital de la figura de Newton no sólo estriba en sus aportaciones matemáticas y físicas, sino precisamente en dotar metodológicamente a la ciencia de la idea de búsqueda de leyes universales, y el concebir que el universo es accesible a la comprensión matemática, desde lo pragmático (experimental), donde la validez de dichas leyes no estriba en su carácter meramente lógico (necesario), sino pragmático; es decir, con Newton: "Se abandona la perspectiva de la esencia para instalarse en la del funcionamiento. La exigencia de la descripción sustituye a la de la explicación." (Cruz, 1989: 153). *Lo que se observa aquí es ese movimiento de una concepción de ciencia a otra; ésta ya no se entiende como esencialista sino como descriptiva, pero a su vez, el "acontecer" Newton o la visión newtoniana, da sustento a la pregunta fundamental de la presente tesis: ¿cómo es la*

ciencia? El movimiento (evolución) del concepto de ciencia —y no sólo esto— dota de una posible respuesta a dicha pregunta, la cual corresponde a: la ciencia es dialéctica.

Finalmente, baste decir que Newton fue anticartesiano, pues su física podría considerarse contraria a la de Descartes, con lo cual nuevamente se identifica el carácter dialéctico (diálogo, y autocrítico, de dialéctica negativa) en el seno de la ciencia, en la que un pensador refuta o corrige a otro. Pero ya vendrían el siglo XVIII y los pensadores ilustrados a desarrollar algunas ideas del sistema newtoniano, aunque se opondrían —a su manera— a la metafísica y teología newtonianas.

II.5 Kant y el Proyecto Ilustrado

Kant comienza su famoso artículo: *¿Qué es Ilustración?* de 1784 con las siguientes palabras: "La Ilustración es la liberación del hombre de su culpable incapacidad. La incapacidad significa la imposibilidad de servirse de su inteligencia sin la guía de otro." (Kant, 1999: 25). Con estas breves palabras el pensador alemán dejaba ver el espíritu fundamental de la Ilustración, su confianza total por la razón y sus alcances, pues el siglo XVIII no fue lo que se dice un siglo inglés. En este punto fueron los pensadores franceses quienes más aportaron al desarrollo de una actitud para con la ciencia, sin demeritar, claro, la importancia capital que para la filosofía y la ciencia tiene la figura de Kant, ni las aportaciones que ingleses y alemanes hicieron. Así, la Ilustración francesa se caracterizó primordialmente por un aspecto marcadamente práctico, antes que teórico. Sus preceptos principales fueron:

- Confianza plena en los poderes de la razón
- Rechazo a toda concepción tradicional, rompimiento con el pasado
- Búsqueda de una filosofía que explique el ámbito del conocimiento y los problemas morales
- Superación del aspecto supersticioso de la religión, así como un notable enfoque deístico[66]
- Preocupación por difundir la cultura y la ciencia

Habrá que señalar que de si bien la ciencia progresó llevando la sombra de la "ciencia newtoniana", ciertos avances fueron notables en electricidad, química y biología. El siglo XVIII, a la par de los ilustrados, los enciclopedistas, los libertinos, etc., es también el siglo de Lagrange, d' Alembert, Coulomb, Volta, Franklin, Lavoisier, Linneo, Bufón. Por algo parte de las investigaciones en ciencia comenzaron a enfocarse a sus aplicaciones, dejando a un lado los "prejuicios" religiosos y preparando el terreno para lo que habría de ser el siglo XIX.

Mencionemos brevemente algunas ideas de tres excelsos ilustrados franceses: Montesquieu, Voltaire y Rousseau, cuya obra posee claros tintes historicistas y políticos, sin demeritar su carácter filosófico y científico.

Montesquieu realizó importantes estudios que hoy pueden considerarse sociológicos; pensaba que la constitución y estructura de los pueblos, así como sus instituciones y leyes, obedecen a la naturaleza, religión, costumbres, etc., de los pueblos mismos. Su obra principal fue *El espíritu de las leyes*, en la que cabe destacar que: "Suprimió lo sobrenatural en la explicación de las sociedades humanas y propuso el método comparativo para el estudio de las instituciones sociales." (Bierstedt, 2001: 29).

Caso curioso es la persona de Voltaire, cuyas ideas de corte científico estaban inspiradas principalmente en Locke y Newton, lo que lo llevó a polemizar abiertamente contra los cartesianos, pues consideraba que Descartes implantó una nueva metafísica, tan dogmática y peligrosa como lo fue en su tiempo el aristotelismo. Autor cien por ciento deísta al estilo inglés, entabló también una lucha contra las ideologías religiosas de Francia, a la vez que criticaba los estragos medievales de la monarquía. Rousseau escribe en 1762 *El contrato social,* obra que lo inmortalizaría, a pesar de que en su época padeciera persecuciones políticas y religiosas. En ella Rousseau resalta la libertad humana por sobre todo; se opone a Hobbes y a Locke, pues éstos habían intentado fijar los límites del poder estatal.

> El contrato social, afirma Rousseau contra Hobbes, es nulo y absurdo si une las voluntades individuales sólo exteriormente, recurriendo a la presión física antes que a la íntima unión entre ellas. Un vínculo semejante no tiene ninguna legitimidad porque carece de cualquier valor moral; éste sólo se da en aquel pacto donde el individuo no esté obligado, sino que se someta espontáneamente. (Geymonat, 1998: 399).

Finalmente, habría que decir que a pesar de todo, la preocupación de Rousseau es humanista; afirmó que el progreso en las artes y la ciencia no ha contribuido a enriquecer las costumbres humanas, pues, según él, tal progreso corresponde a algo externo al hombre, y no toca a éste en lo más íntimo. Para Rousseau el progreso ha hecho más malvado y vicioso al hombre. Por ello se ha llamado a su postura una "reacción espiritualista" contra los ilustrados y los enciclopedistas, amantes del progreso. De estos últimos habría que mencionar su importancia pedagógica, pues *La Enciclopedia o Diccionario razonado de las ciencias, de las artes y de los oficios,* es una obra monumental (27 volúmenes, 5 de suplementos y 2 de tablas analíticas), encaminada principalmente a difundir el saber, pues tanto Diderot como D' Alembert, los principales enciclopedistas, estaban plenamente convencidos de la función social que el pensamiento humano debe tener. Con esto, resaltamos el aspecto de la actitud del pensador con respecto a la difusión del saber, contribuyendo, de una u otra forma, a la historia externa de la ciencia, caracterizada por Lakatos.

Kant sintetizaría el racionalismo y el empirismo; incluso el método científico pasaría por sus manos. Él aportaba su tabla de categorías que "regulaban" la actividad de la razón, desviando la atención no hacia el seno mismo de la ciencia, sino a la manera en que el hombre conoce; para él los asuntos de la metafísica nada tienen que ver con la ciencia: desde ahora ya no sólo se podía aceptar simplemente que conocemos, habría que especificar un cómo y a través de qué medios.

> Kant distinguió entre la materia y la forma de la experiencia cognoscitiva. Sostenía que las impresiones sensibles proporcionan la materia prima para el conocimiento empírico, pero que el propio sujeto cognoscente es el responsable de la organización estructural y relacional de esta materia prima. (Losee, 2000: 116).

La experiencia cognoscitiva caracterizada por Kant comprendía tres etapas:

— *Primera.* Las sensaciones, al no estar del todo estructuradas, se ordenan con respecto al espacio y al tiempo, llamados por él "formas de la sensibilidad" o formas puras de la intuición sensible. "Se hallará en esta indagación que hay dos formas puras de la

intuición sensible, como principios del conocimiento *a priori*, a saber: espacio y tiempo...” (Kant, 2003: 197).

— *Segunda.* Las percepciones, al ordenarse, se relacionan por medio de conceptos como: unidad, pluralidad, totalidad, realidad, negación, limitación, sustancialidad, causalidad, comunidad y contingencia.

— *Tercera.* Al formarse los juicios de experiencia, éstos se organizan en un sistema de conocimiento, aplicando los principios regulativos de la razón.

Cabe señalar que para Kant tanto la metafísica como la física son incapaces “producir” su objeto, sino simplemente captarlo en su estructura real; no lo “describen” sino lo “transcriben”, es decir, sólo pueden destacar y enfocar sus rasgos característicos. De aquí que se preocupara por establecer los límites de la razón especulativa, en el sentido de la metafísica, y mostrar que los asuntos de ésta no pueden considerarse, en cierto sentido, asuntos de ciencia; esto lo coloca fielmente como un pensador ilustrado, aunque:

> Si la filosofía de la Ilustración procede simplistamente en la repudiación de lo suprasensible[67], en la tendencia a circunscribir la acción de la razón a lo empíricamente aprensible y al “más acá”, en Kant este mismo resultado es producto de un proceso discursivo que ha recorrido todas las etapas de la reflexión crítica. Kant no sólo se coloca por prudencia o por comodidad en el terreno de la “experiencia”, sino que se sitúa en él con plena conciencia de lo que hace.
>
> De este modo la metafísica sigue siendo, para él, una ciencia; pero ya no una ciencia de las cosas de un mundo suprasensible, sino la ciencia de los límites de la razón humana. (Cassirer, 1997: 104).

Por esta razón, para Kant el conocimiento de los “fundamentos reales” sólo puede darse en la experiencia que aplica el método de la inducción física, desarrollado por Newton y los newtonianos, y lo suprasensible marca los límites de la razón, ya que la razón ha de tener <<fines supremos>>, considerando que: “Los fines supremos de la razón constituyen el sistema de la *cultura.*” (Deleuze, 2007: 11). Dicho lo anterior, se observa la crítica que Kant hace tanto al empirismo como al racionalismo, ya que: “Contra el empirismo, Kant afirma que hay fines de la cultura, fines propios de la razón. Más aún, sólo de los fines culturales de la razón se puede decir que sean absolutamente

últimos.” (Deleuze, 2007: 12). Y a su vez: “Contra el racionalismo, Kant argumenta que los fines supremos no son solamente fines de la razón, sino que, al postularlos, la razón no hace otra cosa que postularse a sí misma.” (Deleuze, 2007: 13). Es por ello que para Kant los fines o intereses de la razón no han de ser meramente materia de juicios lógicos o de experiencia, trayendo como consecuencia que tampoco han de ser producto de algo externo o superior a la razón, con lo que llega a fundamentar su método como <<tribunal de la razón por la razón misma>>. Este método, llamado “método trascendental”, aparece descrito en su obra fundamental: *Crítica de la razón pura,* en la que se propone, entre otras cosas:

- Determinar, acotar, establecer… la verdadera naturaleza de los fines e intereses de la razón.
- Identificar, determinar… los medios que posibiliten tales fines e intereses.

Conviene señalar que para Kant existe una separación, de corte metodológico, entre los contenidos del mundo sensible y los del mundo inteligible, pues resulta que se concibe que tanto la matemática como la metafísica han encontrado un “punto inercial” de desenvolvimiento, es decir, se ha mantenido el hecho de que ambas disciplinas encuentran en sí mismas su certeza y punto de gravedad, a pesar de que la metafísica, para Kant, no haya sido capaz de producir certeza sobre sus proposiciones, temas, conceptos… En un pasaje menciona: “Metafísica es la ciencia de los principios de todo conocimiento *a priori* y de todo conocimiento que se derive de estos principios. La matemática encierra estas clases de principios, pero no es una ciencia que verse sobre la posibilidad de ellos.” En este sentido es que se presenta un problema que resulta ser de corte epistemológico; por algo Kant concibe que:

> El problema fundamental que el conocimiento plantea, el problema de lo que garantiza su validez objetiva, su relación con el objeto, debe ser resuelto partiendo sobre la base del conocimiento mismo, bajo la clara luz de la razón y mediante el reconocimiento de sus condiciones y límites peculiares. (Cassirer, 1997: 158).

De aquí que Kant concluya que el conocimiento *a priori* es aquel en que debe fundamentarse toda distinción entre el mundo sensible y el mundo inteligible, incluso en

algún pasaje de su obra afirma: “Todas las ciencias en las que se emplea la razón tienen su metafísica.” Pues:

> La “metafísica”, si quiere tener derecho a reclamar para sí un determinado contenido, debe ser metafísica de las ciencias, teoría de los principios de la matemática y del conocimiento de la naturaleza, o bien metafísica de la moral, de la religión, de la historia. (Cassirer, 1997: 186)

Resulta claro que Kant, al notar la importancia del método experimental en las investigaciones científicas, logra cambiar el rumbo de las investigaciones en filosofía, pues ésta se había enfocado a explicar las cosas sólo de forma especulativa. Con Kant la filosofía se convierte en una explicación del conocimiento de las cosas; adquiere por tanto un carácter *necesario,* separándose de las ciencias y adquiriendo en sí su propio carácter de ciencia.

Así, Kant propugnaba también por un principio de organización sistemático en la ciencia, tanto en un sentido teórico como empírico; por ello resaltaba la importancia de la inducción como de la deducción, pues no cabe duda que estaba impresionado por los logros de la matemática y de la mecánica newtoniana. Basta señalar que desde su obra *Historia general de la naturaleza y teoría del cielo,* se acusa una interdependencia entre la teoría y la experiencia, pues esta última fundamenta el carácter propio de la ciencia de la naturaleza. No por nada, en la *Crítica de la razón pura* establece lo que él llamó: “analogías de la experiencia”: (1) Conservación de la sustancia; (2) Principio de causalidad y (3) Principio de comunidad. Estos últimos, al aplicarlos a la mecánica, se transforman en el principio de la conservación de la materia, del movimiento inercial y de la igualdad de acción-reacción, respectivamente (Losee, 2000: 118).

En cuanto a su aportación a la filosofía de la ciencia, habría que decir que consideró el poder predictivo y de contrastabilidad de las teorías científicas, aceptando que estas últimas deben vincular las leyes empíricas y la teoría. Estaba convencido de que una teoría exitosa es aquella que aumenta nuestro conocimiento sobre los fenómenos. También hay que resaltar el papel que Kant le da a la metafísica y la religión frente a la ciencia, separándolas completamente de ésta; esto, interpretado fructíferamente, nos da noción de la total independencia del investigador, de la absoluta autonomía de la investigación científica, lo cual tiene un punto de conexión con el

enfoque metodológico: <<todo vale>>, aunque sólo se resalta como un aporte de la filosofía kantiana. Desarrollar con más detalles los rasgos de esta última rebasa los alcances del presente trabajo. Resulta importante señalar que con su filosofía crítica, Kant inauguró un nuevo estado de la filosofía, haciendo aportaciones definitivas a la teoría del conocimiento. Aunque, finalmente:

> La idea según la cual existe, más allá de todo nuestro conocimiento empírico-fenoménico, un mundo de <<cosas en sí>> incognoscibles es en realidad, como ha probado Cassirer, la condición imperante en toda la filosofía del siglo XVIII, en absoluto una invención kantiana. Constituye una creencia vertebral del mundo de la época, y esto la hace, en tanto el mundo no cambie, *indepassable* (Cruz, 1989: 141).

La ciencia, en su condición histórica, está supeditada a ciertas condiciones de carácter epistémico[68] con las que configura su saber. No sólo la filosofía del siglo XVIII, sino también la ciencia de este siglo se configuró alrededor de ciertos principios, muchos de ellos todavía heredados de las concepciones newtonianas. Si bien la aportación de Kant es importante, algunas de sus ideas no perdurarían por mucho en la ciencia del nuevo siglo; ésta se habría de colocar en una posición superior frente a otras disciplinas, aunque el tipo de conocimiento que iría construyendo habría de pasar por la "mirada escrutadora" de una disciplina filosófica de reciente creación. La filosofía kantiana se yergue, entre otras, como notable precursora de ésta: la filosofía de la ciencia.

II.6 Ciencia y Filosofía de la Ciencia

El siglo XIX fue escenario de espectaculares avances científicos, entre los que destacan: la formalización del cálculo infinitesimal, el surgimiento de la geometría no euclidiana, la teoría de la evolución de Darwin, la formulación matemática del electromagnetismo y la teoría ondulatoria de la luz, la predicción teórica de las ondas electromagnéticas y su posterior confirmación experimental, la teoría cinética de los gases y la mecánica estadística, etc. En la última década del XIX y las primeras del XX, la física cuántica y la Teoría Especial y General de la Relatividad. Todo lo cual llegó a impactar

fuertemente en los desarrollos tecnológicos y la concepción del mundo desde todos los ángulos: filosófico, artístico, político, social, religioso. Estos avances espectaculares habrían de continuar en el siglo XX en todas las ramas del conocimiento, de modo que la ciencia alcanzó un *status* en la sociedad que nunca antes había tenido.

En este marco intelectual el empirismo encontró excelentes condiciones para arraigarse y fortalecerse. Por ello, cabe resaltar el papel que las aplicaciones prácticas de la ciencia tuvieron en todos los ámbitos de la sociedad, y el llamado "endiosamiento de la ciencia". Además, ya puede identificarse un cierto tipo de análisis filosófico y sistemático, que reflexiona primordialmente sobre la labor del científico, la estructura de la ciencia, la naturaleza del conocimiento científico y de las teorías científicas, etc., lo cual no es otra cosa que el surgimiento de la filosofía de la ciencia como disciplina independiente de las "formas clásicas de hacer filosofía", y cuyo antecedente directo se pudo identificar en la mayoría de los pensadores de los apartados anteriores. Por ello, independientemente de analizar tanto la historia interna como externa de la ciencia, nos centraremos en analizar, sucintamente, el pensamiento de los principales[69] pensadores que en los siglos XIX y XX han aportado al saber de la disciplina antes mencionada.[70]

Corrientes o Escuelas Metodológicas

Empirismo.

Una de las dos corrientes más importantes de la filosofía de la ciencia en el siglo XIX fue el empirismo, del cual sus máximos exponentes son ingleses. De los empiristas ingleses de este período tres son de obligada consideración, por sus aportaciones a la filosofía de la ciencia y al método: John Herschel, John Stuart Mill y William Whewell.

La filosofía y metodología de la ciencia de Herschel están contenidas principalmente en su libro *Preliminary Discourse on Natural Philosophy*, publicado en 1830. Herschel fue el primero en plantear claramente que en todo proceso de generación de nuevo conocimiento o teoría científica aceptada hay dos contextos: *el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación*.

> Una de las contribuciones importantes de Herschel a la filosofía de la ciencia fue la clara distinción entre el <<contexto de descubrimiento>> y el <<contexto de justificación>>. Insistió en que el procedimiento usado para formular una teoría es estrictamente irrelevante para el problema de su aceptabilidad. Un meticuloso ascenso inductivo y una mera conjetura se hallan al mismo nivel si sus consecuencias deductivas se ven confirmadas por la observación (Losee, 2000: 124).

De lo anterior se deriva un hecho metodológico *ad hoc* con el que se ha adoptado, en la medida de darle suma importancia a la creatividad del científico, permitiendo que recurra a un procedimiento u otro, pues como se observa, Herschel insistió en que para formular una ley o una teoría lo menos importante es el método que se haya empleado. Éste puede ser inductivo, siguiendo un riguroso proceso baconiano, o puede basarse en la "inspiración divina" del investigador (simplemente formulando una hipótesis o conjetura). Lo más importante es tener la idea que nos permite formularla, y para ello poco importa el camino seguido, por ilógico que pueda parecer. Así, el primer paso es subdividir los fenómenos complejos en partes o aspectos constituyentes, fijando la atención en aquellas propiedades fundamentales en la explicación de los fenómenos. Pero una vez formulada la ley, ésta debe ser sometida a prueba y en este proceso de justificación sí importa mucho lo que se hace y cómo se hace. El modelo de Herschel para la etapa del descubrimiento consiste en que a partir de la observación del fenómeno pueden seguirse dos caminos: uno inductivo, siguiendo quizá una regla o procedimiento sistemático de análisis; y otro mediante la formulación de hipótesis.

Para el contexto de la justificación, Herschel indicó que sin duda la confrontación con la realidad es el único criterio aceptable para juzgar la validez de una teoría, la cual debe seguir a las leyes, pues estas últimas habrán de incorporarse a aquélla; posteriormente habría que distinguir entre diferentes tipos de comprobación, no todos con el mismo grado de significación: (a) por la realización de una observación o experimento que confirme algo predicho directamente por la teoría; (b) encontrando que la teoría explica un nuevo fenómeno del que no se tenía conocimiento; (c) la realización de un experimento crucial. Se podría decir que las ideas de Herschel son un antecedente directo de las teorías de refutación en ciencia, ya que exigía a los científicos que pusieran un énfasis importante como "adversarios" de sus propias teorías —aparece aquí otra vez el carácter dialéctico de la ciencia, en atención a la autocrítica (dialéctica

negativa)—, y buscando a su vez refutaciones como excepciones a la aplicación de éstas; por ello diríamos que Herschel creía que el valor de una teoría estribaba en su capacidad para resistir las refutaciones, con lo cual se resalta su contribución a la historia externa de la ciencia, y al carácter dialéctico de la empresa científica.

John Stuart Mill, a diferencia de Herschel, no fue un científico de profesión; fue economista, político, filósofo, historiador. Sin embargo, es el empirista del siglo diecinueve más conocido e influyente. En 1843 publicó su obra más relevante para la metodología de la ciencia: *System of Logic (El Sistema de la Lógica).* En esta obra Mill critica duramente el intuicionismo y el conocimiento basado en ideas *a priori* o preconcebidas —contra el racionalismo del siglo XVII—, calificándolo de metafísico y no científico. La actividad del ser humano, decía, tanto a nivel individual como social, debería basarse en el conocimiento científico y no en la costumbre, la autoridad o la revelación. Propone que el conocimiento se base en los hechos de la experiencia y que como herramienta metodológica se utilice la inducción, a la cual le dedica buena parte de su libro.

Para Mill, la experiencia es la fuente de todo conocimiento, y trató de mostrar que también la verdad en matemáticas tiene cierta base experimental. “Mill concluye que sólo la experiencia debe decirnos hasta dónde puede llegar nuestra confianza en las argumentaciones lógicas. Expresándolo en otros términos, “debemos hacer de la experiencia el criterio de sí misma” (Geymonat, 1998: 581). Como ejemplo señalemos que la noción de número, según Mill, la abstraemos de nuestra experiencia con objetos materiales; no existe como idea *a priori.* Si aceptamos que dos más dos son cuatro, es porque podemos percatarnos de que esto es efectivamente así cuando reunimos en un solo conjunto los elementos de dos conjuntos que tienen cada uno dos elementos, por ejemplo, dos conjuntos de piedras. Por supuesto, estas ideas de Mill no fueron aceptadas, especialmente por los mismos matemáticos; entre otras cosas porque en matemáticas no son válidas las pruebas o demostraciones experimentales. Un teorema o resultado matemático válido tiene que demostrarse con argumentos estrictamente racionales y lógicos; en este sentido: ¿cómo compaginar la concepción de ciencia entre los matemáticos y los empiristas como Mill, en atención a la existencia de un método científico universal? Esta pregunta, por ingenua que pueda parecer, resulta ser un

problema fecundo en el seno de la ciencia, a pesar de que puedan articularse respuestas precisas.

La importancia que Mill asigna a la inducción es algo que no puede refutarse fácilmente, a pesar de que ésta no garantiza la veracidad y validez de las generalizaciones hechas por medio de ella. A su vez, Mill coincide con Herschel en distinguir el contexto de descubrimiento y el de la justificación, y en relación con el primero desarrolla una serie de reglas para la aplicación de los métodos inductivos, conocidas como los "cánones de la inducción" o métodos inductivos de Mill:

(1) Acuerdo
(2) Diferencia
(3) Variaciones concomitantes
(4) Residuos

Siendo para Mill el método de la diferencia el más importante, pues aunque se afirme que si existe una circunstancia antecedente *A* y un fenómeno *a*, éstos han de estar causalmente relacionados; si ambos difieren mínimamente en una circunstancia, no podría imponerse tal restricción, pues al relacionar dos casos van implícitas ciertas referencias de tiempo y lugar distintos, por lo que el método de la diferencia nos lleva a concluir que "dos casos que difieren con respecto a la ocurrencia de un fenómeno, difieran también en una sola circunstancia" (Losee, 2000: 157).

Cabe señalar que Mill ilustró con ejemplos concretos cada uno de estos métodos, tratando de aclarar las ideas y mostrar su operancia. Desafortunadamente los ejemplos escogidos podían ser explicados de otra forma o de plano rebatidos, con lo que se desacreditaban las reglas propuestas por él. Sin embargo, cuando por ejemplo una compañía farmacéutica investiga la eficacia de un medicamento, muchas veces no tiene más recursos que utilizar uno de los cánones de la inducción propuestos por Mill, los cuales deben tomarse como procedimientos *bona fide*, es decir, de buena fe, que pueden guiar la formulación de generalizaciones pero que no cumplen con el requisito de la necesidad lógica que caracteriza a los procedimientos deductivos.

La contribución de Whewell a la crítica de los procedimientos y métodos de la ciencia se apoya no tanto en el estudio de numerosos casos específicos de investigación, como lo hicieron Herschel y Stuart Mill, sino en un prolijo y extenso estudio de la historia de la ciencia, lo que lo coloca como un filósofo de la ciencia que en el siglo XIX identificó la importancia de recurrir a la historia de la ciencia para analizar ciertos problemas alrededor de ésta. Por esta razón su visión lo coloca muy cerca del enfoque epistemológico que se ha adoptado en este trabajo. Así, tomando la información histórica sobre diversas disciplinas, Whewell trató de encontrar patrones o esquemas que se repitieran a fin de llegar a un trasfondo común a todas las áreas del conocimiento. Escribió muchos libros sobre el tema, entre ellos uno inspirado en el *Organon* de Aristóteles y el *Novum Organon* de Bacon, titulado *Novum Organon Renovatum* (Nuevo Organo Renovado); pero los más conocidos son su *History of the Inductive Sciences (Historia de las Ciencias Inductivas)*, de 1847, *Philosophy of Inductive Sciences (Filosofía de las Ciencias Inductivas)* y su *History of Scientific Ideas (Historia de las Ideas Científicas),* de 1848. De su análisis histórico de la ciencia, Whewell encontró como uno de los patrones que se repiten a lo largo del tiempo una polaridad integrada por los *hechos* y las *ideas*.

> Whewell concibió el progreso científico como una unión exitosa de hechos e ideas, y tomó la polaridad de hecho e idea como principio metodológico básico para la interpretación de la historia de la ciencia. Provisto de este principio, pretendió mostrar el progreso de cada ciencia rastreando el descubrimiento de sus hechos pertinentes y la integración de estos hechos en ideas apropiadas. (Losee, 2000: 129).

Para Whewell, los hechos pueden ser “informes de nuestra experiencia perceptiva de objetos individuales”, pero en forma más general también “cualquier porción de conocimiento que forma la materia prima para la formulación de leyes y teorías”. Las ideas, por otra parte, son las “categorías elementales” o principios racionales que ponen a los hechos en relación o que permiten el desarrollo del pensamiento científico. Por ejemplo, en física las categorías fundamentales son las nociones de *espacio, tiempo, simetría, conservación, semejanza, energía, etc.*, en términos de los cuales pensamos los fenómenos observados. *Estas ideas o categorías no son inmutables ni siempre las mismas, sino que evolucionan y cambian con el avance*

científico —carácter dialéctico, dinámico del saber científico—; por ejemplo, la noción de "calórico" que alguna vez se usó para tratar de entender el fenómeno del calor ha quedado en la historia, ejemplo claro de un desarrollo dialéctico en ciencia. Desde el punto de vista de la metodología, Whewell destacó dos procedimientos que aunque no son de su invención, pues antes de él ya se empleaban, sí fueron considerados por él como piezas fundamentales de la investigación: *la conciliación de las inducciones y la coligación de las observaciones.*

Cuando dos fenómenos o grupos de fenómenos distintos, como la caída de los cuerpos en la Tierra y el movimiento de los astros en el cielo**,** dan lugar a las mismas inducciones o son explicados por la misma teoría, se dice que las inducciones han sido conciliadas. Esta conciliación refuerza la teoría. Por su parte, en la coligación de las observaciones o de los hechos, lo que se pretende es establecer nuevos hechos combinando o coligando los originarios, y en este proceso la mente del investigador juega un papel activo (historia externa de la ciencia). En este sentido Whewell discrepa de Locke, pues este último consideraba la mente como una *tabula rasa* en la que las experiencias van grabando nociones o ideas pero sin mayor participación de la mente, por lo menos en esta etapa del proceso cognitivo (dialéctica en la filosofía de la ciencia). Para Whewell la investigación científica empieza con el análisis de los conceptos o ideas fundamentales, al mismo tiempo que de las observaciones o de los hechos relevantes en el fenómeno o problema a considerar. Esta es la etapa que Whewel llama de "descomposición de los hechos". A ésta le sigue la etapa de coligación y luego la confrontación de las hipótesis derivadas con la realidad; si se confirman las hipótesis puede empezar a considerarse que se ha probablemente establecido una "verdad científica".[71]

Whewell y Mill sostuvieron una histórica polémica sobre metodología de la ciencia, principalmente por el problema de la inducción, pues Whewell argüía que pocas veces la naturaleza plantea los problemas en forma tan sencilla como para que con los cánones de la inducción propuestos por Mill se pudieran resolver. Esto no significa que Whewell no valorara el papel de la inducción; simplemente le atribuyó un papel diferente pero igualmente importante en la generación del conocimiento. De hecho, como sus obras lo indican, Whewell llamó a las ciencias de la naturaleza "ciencias inductivas". Sin embargo, el gran prestigio de que gozaba Mill inclinó la balanza a favor

de sus puntos de vista durante el siglo XIX, pues a pesar de que Whewell conocía la ciencia "por dentro", tuvo que pasar mucho tiempo antes de que su pensamiento fuese conocido con amplitud fuera de un círculo muy estrecho de especialistas, y redescubierto en toda plenitud. Sin embargo, esto corresponde a un ejemplo más de desarrollo dialéctico en filosofía de la ciencia, pues, independientemente de la labor propia de los hombres de ciencia, se identifica cómo un pensador refuta o contradice a otro, con lo cual, la historia de la ciencia, al no ser del todo lineal y continua, ha de dar cuenta de quién tiene la razón; de aquí que se pueda apoyar parte de la tesis: *la ciencia progresa no por acumulación de verdades, sino por eliminación de errores. A su vez, la ciencia debe aceptar la autocrítica y la contradicción.*

El positivismo.

Consiste en no admitir como válidos científicamente conocimientos que no proceden de la experiencia, rechazando, por tanto, toda noción *a priori* y todo concepto universal y absoluto. El hecho es la única realidad científica, y la experiencia y la inducción, los caminos exclusivos de la ciencia.

> El carácter fundamental de la filosofía positiva consiste en partir del supuesto de que todos los fenómenos están sujetos a *leyes* naturales invariables, cuyo descubrimiento preciso y reducción al menor número posible son la meta de todos nuestro esfuerzos, y considerar como absolutamente inaccesible y vacía de sentido la búsqueda por nuestra parte de las llamadas *causas* primeras[72] o finales. (Comte, 1987: Lección 1ª).

Por su lado negativo, el positivismo es negación de todo lo ideal, de los principios absolutos y necesarios de la razón, es decir, de la metafísica. Aunque hay que decir que el positivismo es fenomenológico, nominalista y reduccionista; rechaza los juicios de valor y conceptos como causa, esencia, alma, trascendencia, valor, y aún nociones aceptadas por la comunidad científica, como átomo, valencia química, afinidad, fuerza gravitacional, etc.

El término positivismo fue utilizado por primera vez por el filósofo y matemático francés Auguste Comte (1788-1857), pero algunos de los conceptos positivistas se remontan al filósofo británico David Hume, al filósofo francés Henri de

Saint-Simon, y al filósofo alemán Immanuel Kant. El Positivismo también es heredero de Francis Bacon y de los empiristas ingleses, pero sobre todo de los filósofos de la Ilustración.

Comte eligió la palabra positivismo con el propósito de señalar la realidad y tendencia constructiva que él reclamó para el aspecto teórico de la doctrina. En general, se interesó por la reorganización de la vida social para el bien de la humanidad utilizando el conocimiento científico, el cual habría de servir también para controlar las fuerzas naturales. Planteó una teoría que intentaba dar cuenta de las etapas por las que pasa el espíritu humano en su afán por explicar el universo:

—**El estado teológico.** Cuando el ser humano se explica los fenómenos naturales por la acción de seres sobrenaturales; es el estado en que la civilización pasa del fetichismo al politeísmo, y de éste al monoteísmo.
—**El estado metafísico.** Donde se reemplaza a los dioses por "entidades abstractas"; corresponde según Comte a una crítica y negación de la explicación teológica.
—**El estado positivo.** En el que se renuncia a buscar las causas últimas, se descubre cómo suceden los hechos y las leyes positivas de la naturaleza.

Pero en otros aspectos muchas de las doctrinas de Comte fueron más tarde adaptadas y desarrolladas por los filósofos sociales británicos como John Stuart MilI y Herbert Spencer, así como por el filósofo y físico austriaco Ernst Mach.

Así, ni la figura filosófica de Hegel sería tan importante en la ciencia como la de Comte y su escuela positivista, pues cabe señalar que principalmente sus ideas fueron punto de inspiración; aunque muchas de ellas no fueran del todo correctas. Pero desde ahora la ciencia podía sentirse libre para desenvolverse; se le daban ya un terreno y "armas" propios. Para los positivistas, como se ha visto en la historia de la ciencia: los logros de la metafísica y del sentido común carecían de un sustento científico por no poder ser demostrados *eficientemente* por los hechos. Ahora se contaba con un criterio de demarcación entre lo que es realmente ciencia y lo que no, el cual fue llevado a sus extremos en el siglo XX por Carnap y el Círculo de Viena, en lo que se denominó positivismo lógico, que recurría a los "elementos" de la lógica formal como *herramienta* primordial para dar sustento a los logros científicos, desechando aquellos

que no eran susceptibles de demostrarse tanto empírica como lógicamente, además de que mostraban un total desprecio por la metafísica.

El siglo XX corresponde a una época realmente fructífera en el seno de la ciencia, donde una “hermana de viaje” habría de consolidarse: la tecnología, mostrando y creando un conglomerado de desarrollos y “problemáticas” no antes concebidas por la humanidad. Sin embargo, en este siglo también habrían de consolidarse las llamadas Ciencias Humanas, cuyo paradigma de investigación ha mostrado cada vez más la distancia que las separa de las llamadas Ciencias Naturales, y provocando a su vez una serie de debates importantes en filosofía de la ciencia. Como se ha mencionado anteriormente, sólo se han de tratar aquellas escuelas o corrientes epistemológicas más importantes; los ejemplos específicos de historia de la ciencia del siglo XX se desarrollarán sobre la marcha, pero primordialmente en los capítulos posteriores.

El Círculo de Viena.

En 1922 fue nombrado Moritz Schlick para desempeñar la cátedra de filosofía de las ciencias inductivas en la universidad de Viena, y al igual que sus predecesores: había llegado a la filosofía desde la física.

Pronto se formó en Viena, alrededor de Schlick, un círculo no sólo de alumnos, sino también de estudiosos interesados en la filosofía. Lo constituían los más adelantados de sus discípulos e investigadores como Gustav Bergmann, Rudolf Carnap, Herbert Feigl, Phillip Frank, Kurt Gödel, Hans Hahn, Félix Kaufmann, Víctor Kraft, Karl Menger, Friedrich Waismann. Esta composición trajo consigo un nivel de discusión sumamente importante, donde la orientación matemática fortaleció la tendencia hacia el rigor y la pureza lógicos. La originalidad del grupo consistió en haber relacionado los ámbitos de la lógica y de la investigación empírica antes separados, o incluso considerados como contrarios. El Círculo quiso, por un lado, fundamentar una ciencia de la experiencia inmediata, y por ello se le denomina "empirista", y por otro lado, recoger la herencia racionalista de la filosofía anterior para elaborar una ciencia directamente perceptible, que se pudiera inferir con la ayuda de una lógica inductiva. Esta lógica debía poseer la exactitud de la matemática moderna y permitir formular

claramente, mediante inferencias lógicamente comprobadas, afirmaciones y teorías sobre la realidad (o sobre la probabilidad de ciertos hechos o eventos). Para ello debía crearse, en primer lugar, un lenguaje científico que estuviera en condiciones de reproducir en forma "pura" la experiencia y que fundara también la "unidad de los conocimientos o saberes" logrados en esa experiencia.

La labor esencial del Círculo de Viena estaba orientada hacia la cientificidad de la filosofía, propugnando que las rigurosas exigencias del pensamiento científico han de valer también para la filosofía. Así, la claridad unívoca, el rigor lógico y la fundamentación suficiente son imprescindibles en ella, como lo son en las restantes ciencias. Con esto el Círculo intentó explicar la esencia de la lógica y de la matemática, descubriendo por primera vez la relación de la lógica con el lenguaje[73]. Las afirmaciones dogmáticas y las especulaciones incontroladas, tan extendidas hoy todavía en la filosofía, no deben presentarse en ella. Con ello venía dada también la oposición contra toda metafísica dogmático-especulativa. La metafísica había de ser eliminada por completo. Esta era la razón de que el Círculo de Viena estuviese vinculado con el positivismo.

Para Schlick, la filosofía tiene que poner en claro el significado de palabras y enunciados, mostrando y eliminando los que carecen de significado. La filosofía debe, a su vez, de explicar las proposiciones dadas, mientras que las ciencias las verifican. Carnap precisó a su vez que la filosofía ha de ser lógica de la ciencia que investiga la sintaxis lógica del lenguaje científico. Primeramente, en su famosa obra *La construcción lógica del mundo*, intentó llevar a cabo una “reconstrucción racional”, pues:

> Las unidades aceptadas por Carnap para construir la estructura lógica del mundo no fueron las experiencias elementales sino las semejanzas y diferencias que reconocemos entre ellas; es decir, no son los hechos mismos sino las relaciones que percibimos entre ellos las que se encuentran en la base de todo el edificio carnapiano. (Pérez-Tamayo, 2000: 184).

Sin embargo, pronto habría de abandonar dicha postura en obras posteriores, pues ésta carecía de una aplicación real a la labor del científico. Cabe mencionar también que Carnap consideraba que las palabras adquieren significado únicamente

cuando han de satisfacer ciertas condiciones de tipo empírico, ya sean éstas directas o indirectas.

En segundo lugar, se trataron cuestiones relativas a una imagen científica del mundo. Debido a esta amplia coincidencia no hubo necesidad de realizar previamente la larga y penosa tarea de ponerse de acuerdo sobre los fundamentos de la discusión, y se pudo entrar directamente a las cuestiones especiales. Esta fue la razón de la desacostumbrada fecundidad de esta comunidad de trabajo. Carnap argumentaba sobre la necesidad de una unidad en las ciencias, cuyo modelo de método científico fuera el de las "ciencias naturales". De aquí que mostrara un desprecio notable por disciplinas como la metafísica, la ética o la estética, pues afirmó que los problemas surgidos en ellas se estructuran con proposiciones sin sentido, por lo que pueden considerarse como seudoproblemas. Con lo anterior se observa que puede considerarse que Carnap era, de una u otra forma, reduccionista.

Son conocidos los puntos débiles de ciertas ideas de Carnap, sobre todo en su recurrencia acérrima a la verificación experimental como base fundamental para el progreso científico, a pesar de que incluso ciencias tan consolidadas como la física no alcancen a cubrir del todo sus criterios de demarcación. Asimismo, se observa que su concepción sobre el método científico de las ciencias naturales, como único baluarte para obtener certeza en ciencia, no es "realista" ni posee total trascendencia en la verdadera práctica científica.[74] Tanto la revisión histórica de la ciencia que se ha hecho, como el principio epistemológico adoptado, dan cuenta de cómo no es posible aceptar estas ideas, a la par de las críticas que otros autores le han hecho.

Ludwig Wittgenstein, aunque no formó parte del grupo, sí influyó enormemente en él y merece especial atención. En su primer y más conocido trabajo: *Tractatus Logico-Philosophicus,* Wittgenstein planteó claramente que muchos problemas de la filosofía eran problemas relacionados con el lenguaje y sus deficiencias para representar la realidad. Creyó haber dado con la clave para resolver los problemas filosóficos al desplazar las dificultades hacia el campo de las palabras y sus estructuras como representaciones de la realidad que comunican. Wittgenstein consideraba que el mundo exterior:

> Existe como un grupo de hechos, que a su vez están constituidos cada uno por distintas configuraciones, cuyos componentes se representan por proposiciones elementales, lógicamente independientes entre sí. Cuando tratamos de describir el mundo en cualquier lenguaje, científico o no, surge la duda de si lo que decimos realmente corresponde a lo que el mundo es, o sea el serio problema de las relaciones entre el lenguaje y las configuraciones de la realidad que intenta describir. Lo que deseamos conocer es la verdadera naturaleza de tal correspondencia, pero estamos condenados a lograrlo de manera indirecta, porque sólo podemos expresarla por medio del lenguaje.

Así:

> 1. El mundo es todo lo que es el caso.
> 1.1 El mundo es la totalidad de los hechos, no de las cosas.
> 1.11 El mundo viene determinado por los hechos, y por ser éstos *todos* los hechos.
> 1.12 Porque la totalidad de los hechos determina lo que es el caso y también todo lo que no es el caso. (Wittgenstein, 1991: 15)

Para Wittgenstein la filosofía no es una ciencia, ya que no nos dice nada acerca de la realidad del mundo exterior, sino más bien corresponde a una actividad que tiene por objetivo contribuir a expresar de forma clara las ideas y los problemas. Para todo ello y en cada paso, se requiere del lenguaje y ésta es una dificultad insalvable. Lo deseable es que una estructura gramatical se corresponda con la estructura de aquello que quiere representar de una manera biunívoca, sin ambigüedades, y esto casi nunca ocurre. Nace así la filosofía analítica relacionada con el análisis lingüístico, aunque como ya se dijo, el Círculo de Viena sólo habría de estar influido por las ideas de Wittgenstein; dicho Círculo no desarrollaría completamente una filosofía analítica.

Finalmente, se sigue resaltando el carácter de diálogo, y a su vez dialéctico en el seno mismo del Círculo de Viena y la filosofía de la ciencia. Cabe señalar que muchos de los problemas filosóficos desarrollados en el siglo XX poseen un carácter lingüístico, incluso los propios de la filosofía de la ciencia.

La escuela de Berlín.

Con el nombre de *neoempirismo* o de empirismo lógico, bien pudiera agruparse toda aquella filosofía que entienda y practique la filosofía como lenguaje. Aunque aquí pueden entenderse tanto el análisis del lenguaje científico, esto es, el lenguaje propio de cada una de las ciencias, como el análisis del lenguaje común, es decir, las formas de expresión que tienen que ver con el sentido común y que son utilizadas en la vida cotidiana. Al primero se le puede designar con el nombre de positivismo lógico ya que, al igual que el positivismo clásico, privilegia a la ciencia considerándola como el único conocimiento con valor; mientras que al segundo puede denominársele como filosofía analítica, de la cual se sostienen sus propios defensores.

Tanto el neoempirismo como el empirismo lógico sostienen que al clarificar el lenguaje se produce la eliminación de los problemas de la filosofía como tal, así como los de la metafísica, que son producto del uso del vocabulario y de la sintaxis tanto del lenguaje común como del científico, ajeno éste tanto a la primera como a la segunda. En consecuencia, dichos problemas resultarán sin sentido alguno si el lenguaje que utilizan queda reducido a sus reglas propias. El dominio del lenguaje, en cierta manera, cumple en el neoempirismo la función que la experiencia cumplía en el empirismo de antaño: constituir el criterio o norma de toda investigación filosófica.

El antecedente de carácter histórico más importante del neoempirismo es aquella dicotomía establecida por David Hume: entre proposiciones que corresponden a relaciones entre las ideas y las que conciernen a los hechos. Mientras las primeras llevan implícita su verdad, las segundas sólo la tendrán si van atestiguadas por la experiencia. Esta dicotomía es admitida entre los neoempiristas, siendo para éstos como para Hume la base para eliminar a la metafísica, cuyas proposiciones no entran en ninguna de las dos categorías. Los de la corriente neoempirista toman de Mach la teoría de la experiencia, así como de Bertrand Russell los principios esenciales de sus investigaciones lógicas. Asimismo, el neoempirismo se nutre de las investigaciones metodológicas resultantes de la orientación, de carácter crítico, que ha dominado en las matemáticas, la física y en otras ciencias en las últimas décadas, contribuyendo, por su parte, a enriquecer el patrimonio de aquéllas con aportaciones de fundamental importancia.

La orientación neoempirista fue adoptada primeramente por el Círculo de Viena. El *Tractatus Logico Philosophicus* de Wittgenstein y la obra de Carnap ya mencionada, fueron las bases principales para las discusiones del Círculo. El grupo de Berlín, vinculado con el Círculo de Viena, se constituyó en 1928 bajo el nombre de "*Gesellschaft für empirische Philosophie*" en torno a Hans Reichenbach (1891-1953), y de él cual formaron parte K. Lewin, W. Köhler, Carl Gustav Hempel, David Hilbert, Kurt Grelling y Richard von Mises, entre otros. Mientras que para Carnap la lógica y la matemática fueron el objeto preferido de la investigación, la física es el objetivo de las investigaciones de Reichenbach, líder, sin lugar a dudas, de la corriente neopositivista alemana. Hans Reichenbach trabajó no sólo en filosofía de la ciencia, sino también en probabilidad, geometría, relatividad, mecánica cuántica, etc. Rechazó las teorías deterministas en ciencia, pues consideraba que la esencia del conocimiento es su incertidumbre.

> No se trata de una limitación de las capacidades intelectuales de los científicos, sino más bien, de la manera como el universo se relaciona con nuestras observaciones. Tampoco es el caso que los eventos se den en condiciones exactas y estrictamente determinadas, que nosotros sólo podemos conocer de manera aproximada. Lo que ocurre es que nos enfrentamos a secuencias de eventos que se desenvuelven dentro de ciertos rangos de probabilidad; tales secuencias son, de acuerdo con Reichenbach, los fenómenos empíricos que estudian los científicos. (Pérez-Tamayo, 2000: 193).

Aquí se identifica cómo Reichenbach atacaba el problema de la inducción desde un punto de vista probabilista. Consideró que una proposición científica sólo tiene validez si es posible determinarle un cierto grado de probabilidad. Distinguió también entre el “contexto de descubrimiento” y el “contexto de justificación”.

A su vez, Reichenbach partió de una clara crítica de las concepciones metodológicas de las nuevas teorías físicas. Vio indicado, en la teoría de la relatividad, el fundamento empírico de los conceptos de espacio y tiempo que constituye la refutación del carácter absoluto e intuicionista de la geometría euclidiana, y a su vez del carácter axiomático de la mecánica de Newton, *(refutación de conceptos, autocrítica en ciencia, carácter dialéctico)*. Reflexionó, asimismo, sobre el carácter *a posteriori* del principio de causalidad, afirmando la tesis de la probabilidad y ahondando en el

problema de la inducción. La crítica que él desarrolló sobre el *a priori* ejerció una profunda influencia en el ámbito del neopositivismo, fijando así los motivos de la crítica neoempirista frente al criticismo kantiano *(de nuevo, carácter dialéctico)*. Las investigaciones del filósofo, del matemático y del físico, suelen enmarcarse en consideraciones históricas, poco afinadas, e imaginarias. Por otro lado, se observa en sus páginas una suerte de dogmatismo científico, contrastando con el carácter probabilístico que él mismo le reconoce al conocimiento científico. Sus investigaciones se orientan, como ya se mencionó, a la defensa y justificación analítica de la estructura probabilista de la ciencia.

Para Reichenbach, lógica deductiva e inductiva son aspectos fundamentales de la ciencia; pero como buen positivista, asegura que la deducción, como procedimiento lógico, jamás alcanza la realidad. Sus resultados, aunque necesarios, son vacíos, ya que la deducción une las proposiciones de tal modo que las combinaciones que se dan son verdaderas, independientemente de la verdad de las proposiciones componentes. Por otra parte, la inducción llega a expresiones que se refieren a hechos, haciendo posible su previsión pero sin lograr la necesidad.

En su *Filosofía de la doctrina del espacio-tiempo* Reichenbach somete a la crítica la interpretación determinista de la causalidad expresada en las leyes naturales, insistiendo en el carácter probabilista de aquélla. Pareciéndole la física cuántica lo más adecuado para la confirmación de esta tesis, le dedica un interesante ensayo de interpretación. Citando las relaciones de indeterminación de Heisenberg, el filósofo habla de acontecimientos observables e inobservables; los segundos son *interfenómenos* que se introducen por inferencias de un tipo mucho más complejo que los primeros. Al introducir los interfenómenos se consigue eliminar cualesquier anomalías causales, es decir, lo relativamente imprevisible de los fenómenos cuánticos. *¿Acaso no da esto cuenta de la importancia de identificar cómo es la ciencia, en el sentido de que su desarrollo no corresponde a modelos bien estructurados, como han pretendido establecer muchos científicos, epistemólogos y filósofos de la ciencia? La ciencia es un proceso dialéctico.*

Sobre los lenguajes para describir el mundo físico, según Reichenbach, pueden distinguirse el lenguaje corpuscular, el ondulatorio y el neutro. Tanto el primero como el segundo incluyen diversas anomalías causales, haciendo imposible la descripción

completa de los fenómenos. En cuanto al tercer lenguaje, presenta éste una anomalía ya que elimina el *principio del tercero excluído*, introduciendo a su vez una lógica de tres valores por la cual, junto al primero y al segundo se encuentra el indeterminado. Así, dada esta concepción de la ciencia, la teoría de la probabilidad resulta ser de sumo interés. Aunque sólo es una concepción de la ciencia, sobre lo que pasa en determinado estadio de ella, se abandona por completo la idea ortodoxa de que la ciencia construye verdades que dan cuenta del mundo, entre otras concepciones tradicionales.

Reichenbach, juntamente a los neoempiristas, comparte la teoría común de que el significado de una proposición consiste en su comprobación; aunque afirma: debe recurrirse a una comprobación posible, no de carácter factual. Para esto distingue tres especies de posibilidad: la lógica (que exige no contradicción); la física (no contradicción con las leyes físicas); y la posibilidad técnica (consistente en el uso de métodos prácticos conocidos). De manera particular, la física adopta, como criterios de significación para sus enunciados, la posibilidad física; aunque en discusiones sobre teorías físicas suele utilizar del mismo modo la lógica, demostrando así la falta de consistencia de las teorías mismas. Entonces: *¿no es acaso cierto que actualmente la posibilidad técnica ha ido tomando cada vez más importancia en la práctica de la física, y no sólo de ésta? La ciencia avanza dialécticamente; de hecho, hecha mano de todo lo que puede; así, en ciencia: <<todo vale>>.*

El operacionismo.

El Operacionismo es una postura en la que se trata de reducir los conceptos científicos a solamente aquellos que pueden relacionarse con procedimientos experimentales. Lo que no puede traducirse en un procedimiento experimental, no es un concepto válido desde el punto de vista científico. El principal exponente de esta corriente fue el físico Percy W. Bridgman (1882-1961), ganador del Premio Nobel en 1946, que en 1927 publicó su primer trabajo sobre estos temas titulado *The Logic of Modern Physics (La lógica de la Física Moderna)*.

La postura inicial de Bridgman fue duramente criticada, pues desposeía a los físicos teóricos de muchos conceptos que no tienen una contraparte experimental definida, pero que sin embargo permiten llegar a resultados tangibles de los que

funcionan como intermediarios. Esto hizo que Bridgman suavizase su propuesta para incluir dentro de los procesos experimentales a aquellos que no se realizan más que en la mente o con papel y lápiz. Sin embargo, el operacionismo ganó muchos adeptos sobre todo entre los investigadores que trabajan en un laboratorio y tienen que enfrentar diariamente las dificultades experimentales para simular y estudiar una parte del universo representándola por un modelo físico. Uno de estos investigadores fue el Dr. Arturo Rosenblueth (1900-1970), notable fisiólogo mexicano fundador del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N., cuya visión de la ciencia y del método científico la plasmó en dos de sus libros de divulgación científica más conocidos: *Mente y Cerebro* y *El Método Científico.*

En términos generales, el operacionismo de Bridgman afirma que son las operaciones las que dan sentido y forma a los conceptos, donde aquéllas asignan valores a éstos, por lo que los conceptos adquieren un significado empírico. A primera vista las ideas de Bridgman podrían parecer relacionarse con el problema entre razón y práctica; sin embargo, hay que aclarar que dada su formación como físico experimental, muchas de sus ideas sólo se aplican a aspectos específicos de las ciencias naturales.

Popper y el racionalismo crítico.

La corriente racionalista también tuvo en este siglo magníficos exponentes que le dieron un planteamiento más riguroso y actual. El más conocido y destacado fue Karl Raymond Popper (1902-1994), quien por su vasta y polémica obra ha sido la figura dominante en la filosofía de la ciencia durante el siglo XX. La contribución más trascendente de Popper a la filosofía de la ciencia es conocida como *falsacionismo,* un criterio de demarcación que permite distinguir una verdadera teoría científica de otra que no lo es.

> Pero, ciertamente, sólo admitiré un sistema entre los científicos o empíricos, si es susceptible de ser *constrastado* por la experiencia. Estas consideraciones nos sugieren que el criterio de demarcación que hemos de adoptar no es el de la *verificabilidad,* sino el de la *falsabilidad* de los sistemas.[75] (Popper, 1999: 40).

La conclusión a la que arribó Popper es que para que una teoría pueda ser considerada como científica, es necesario que se formule en forma tal que exista posibilidad experimental de ser refutada, de aquí sus fuertes críticas al psicoanálisis. Así, una teoría que además de explicar lo conocido hace predicciones sobre lo que no se conoce y que mediante éstas es posible reforzarla o echarla por tierra, es una teoría más aceptable desde el punto de vista científico que otra que no presenta esa vulnerabilidad. De esta forma Popper comparó la Teoría General de la Relatividad con la Teoría Psicoanalítica, identificando que ésta tiene siempre una explicación para lo que resulte de la observación, sea en un sentido u otro, y no es posible, mediante la confrontación con la realidad, refutarla. Por lo tanto, su utilidad para hacer avanzar el conocimiento es dudosa. En cambio una teoría susceptible de ser refutada por la experiencia, o falsable, como Popper la llamó, es más útil porque si sale reforzada de la observación o del experimento crece su ámbito o poder explicativo, mientras que si es refutada puede dar origen a nuevas propuestas y experimentos que conduzcan finalmente a la elaboración de una teoría superior. *¿Podría pensarse que toda teoría científica, para ser tal, debe aceptar tanto la crítica como la autocrítica? ¿No parecería esto un punto a favor de la concepción de dialéctica negativa asociada a la ciencia, que se ha incorporado en la presente tesis?*

Cabe señalar que, supuestamente: el "criterio de demarcación" de Popper nos permite distinguir entre lo que es científico y lo que es sólo charlatanería; este criterio se apoya en la idea de "falsable", que ha dado lugar a la corriente llamada falsacionismo, asociada indisolublemente con el nombre de Popper. Pero en la visión popperiana, la ciencia avanza como resultado de una lucha entre una teoría y un experimento. Cuanto más arriesgue la teoría su integridad haciendo predicciones, más utilidad tiene para hacer avanzar el conocimiento. En cambio, una teoría tan general o tan poco precisa, que tiene explicaciones "para todo lo que pueda ocurrir", termina por no conducir a ninguna parte. Su irrefutabilidad lejos de ser una virtud es un vicio. *¿Con esto habrá lugar para el conocimiento construido por algunas de las llamadas ciencias humanas? ¿Acaso no parece que la mayoría de los epistemólogos, cuando piensan en ciencia, piensan en ciencias naturales, donde su empiricidad es de por sí clara?*

Ahora bien, en atención a Popper, una verdadera hipótesis científica debe ser falsable, y cuanto más falsable sea mayor es su utilidad, pues también de los errores se

aprende. A veces ocurre que se aprende más de un experimento que da un resultado inesperado que el que sólo confirma lo que esperábamos encontrar. En términos también de Popper, la ciencia avanza mediante *conjeturas y refutaciones,* y es éste precisamente el título de uno de sus libros más conocidos y fundamentales sobre el método científico, publicado por primera vez en 1963. Antes, en 1935 Popper había publicado su primera obra sobre filosofía y metodología de la ciencia, *La lógica de la Investigación Científica,* donde aborda el problema de la inducción, el problema de la demarcación y la falsabilidad como criterio de demarcación.

Sobre la inducción Popper hizo toda una elaboración para darle la vuelta al problema de su falta de necesidad lógica, es decir, a la inexistencia de un *principio de inducción*. Para Popper, a diferencia de lo que asumen los inductivistas, la ciencia no se inicia con observaciones que dan lugar a inducciones, generalizaciones, hipótesis, leyes y teorías. Para Popper la ciencia empieza con problemas o con ideas (hipótesis) y el instrumento de la ciencia no debe ser la inducción sino la conjetura (aquí se resalta la importancia creativa del investigador, en el sentido de cómo plantear conjeturas, hipótesis, problemas). Las teorías, en vez de ser una convergencia de muchas inducciones como pretenden los inductivistas, son propuestas razonablemente hechas para tratar de resolver un problema. El método inductivo-deductivo Popper lo substituye por el *hipotético-deductivo,* que equivale a "conjeturar y refutar". Como él mismo lo consideró, la escuela poperiana es la escuela del racionalismo crítico y Popper su principal exponente.

Para concluir, se citan las palabras de José Antonio Marina, que aparecen en la Introducción del libro *El Cuerpo y la Mente* (Popper, 1997), que es una colección de escritos inéditos de Popper sobre el conocimiento y el problema cuerpo-mente; con éstas traza un interesante bosquejo de la personalidad del gran filósofo, que revela el conflicto entre lo humano y la razón:

> Karl Popper es un pensador adversativo. Es racionalista, *pero* cree que sólo puede serlo por una decisión no racional. Es kantiano *pero* heterodoxo. Es ilustrado *pero* escéptico. Confía en la ciencia *pero* afirma que sólo podemos estar seguros de las falsedades, no de las verdades. Es optimista pero cree que es más probable, para nosotros, la regresión que el progreso. Podemos decidir nuestro futuro, *pero* suceden cosas que nadie desea, como una guerra o una depresión económica. El lenguaje, la

> ciencia, las tradiciones son creaciones humanas *pero* disfrutan de autonomía. “La historia de la ciencia, como la de todas las ideas humanas, es una historia de sueños irresponsables, de obstinaciones y de errores. *Pero* la ciencia es una de las pocas actividades humanas —quizá la única— en la cual los errores son criticados sistemáticamente y muy a menudo, con el tiempo, corregidos”. “Es un crimen exagerar la repugnancia y la vileza del mundo: el mundo es repugnante *pero* también es muy hermoso; es inhumano, y también muy humano”. Popper se declara admirador de la tradición *pero* “al mismo tiempo me adhiero a la no ortodoxia de un modo casi ortodoxo: Sostengo que la ortodoxia es la muerte del conocimiento, pues el aumento del conocimiento depende por completo de la existencia del desacuerdo”. Buscó siempre la verdad *pero* pensaba que sólo puede alcanzarse lo verosímil. Defendía el conocimiento *pero* sin sujeto cognoscente. Creía que la inteligencia partía siempre de afirmaciones dogmáticas *pero* para someterlas a crítica.

Basta decir que a pesar de que Popper es uno de los más grandes filósofos del siglo XX, algunos pensadores han encontrado ciertos inconvenientes a su teoría del falsacionismo, como también los ha habido sobre la concepción inductivista de la ciencia, pues:

> Ni el hincapié del inductivista ingenuo en la necesidad de derivar inductivamente las teorías de la observación, ni el falsacionista de conjeturas y falsaciones son capaces de describir adecuadamente la génesis y el desarrollo de teorías realmente complejas. Para dar una idea más adecuada hay que considerar las teorías como totalidades estructuradas de algún tipo. (Chalmers, 2001: 111).

Kunh y Lakatos son sólo algunos de los pensadores que han complementado ciertas ideas de Popper, en el sentido de precisamente considerar como aspecto esencial la historia de la ciencia, y ver a las teorías como un conjunto estructurado de saberes, a diferencia de que el enfoque epistemológico de Popper no fue precisamente histórico.

Kuhn, el relativismo histórico y las revoluciones científicas.

Ya se ha mencionado antes que la historia de la ciencia, analizada sistemática y críticamente, ha sido tomada por algunos filósofos y científicos como base para la formulación de algunas teorías sobre la naturaleza del conocimiento científico y el

progreso de la ciencia: entre ellos destacamos el nombre de William Whewell en el siglo XIX. Whewell consideraba que la historia no debe tomarse como un almacén de hechos y anécdotas al cual puede recurrirse para ilustrar con ejemplos concretos las ideas que sobre los mecanismos de la invención y el descubrimiento científicos se nos ocurran; muy por el contrario, Whewell toma la historia de la ciencia como la fuente básica en la que podemos encontrar las claves para entender no solamente cómo se generan los conocimientos sino la verdadera naturaleza del quehacer científico y sus métodos. En cierta forma, el enfoque del presente trabajo coincide en estos aspectos.

En el siglo XX es Thomas S. Kuhn (1926-1996) quien se apoya fuertemente en la historia para demostrar que la ciencia avanza mediante lo que él denomina *revoluciones científicas.* Kuhn atribuye a la historia de la ciencia un papel muy activo en el proceso de elaboración de una teoría. Nacido en Ohio, E. U. A., tuvo una formación básicamente como físico teórico. Más tarde se interesó vivamente en la historia de la ciencia y en la filosofía.

Así, a la visión racionalista de Popper, para quien el motor del avance científico lo constituye la curiosidad y el deseo de inquirir utilizando como instrumento el método hipotético–deductivo, Kuhn le opone algo no tan racional y personal sino que es producto de la lógica y también del juego impredecible de fuerzas sociales: los ciclos históricos, que van de un período de *ciencia normal* a un período de *ciencia revolucionaria*. El período de ciencia normal puede ser precedido de un período precientífico, en el cual no puede hablarse de ciencia en sentido estricto, pues las observaciones y los datos obtenidos no están organizados de manera coherente en un cuerpo teórico formal, sino más bien son azarosos y dispersos. En el período de ciencia normal ya existe una estructura de leyes y teorías aceptadas por la comunidad científica que son utilizadas para describir, explicar y predecir, es decir, existe un *paradigma* que rige la visión que se tiene de las cosas. Este paradigma que surge en una disciplina es una especie de "modelo explicativo", una teoría asociada a un método, que guía el pensamiento de la época en todo lo que se refiere a los problemas y situaciones que le incumben.

Kuhn da varios ejemplos de paradigmas históricos; así, refiere que el "paradigma ptolomeico" de la astronomía dio paso al "paradigma copernicano"; el "paradigma newtoniano" de la mecánica celeste cede su lugar al "paradigma relativista"

de Einstein, etc., (a pesar de que, como se ha visto, este devenir de la ciencia no ha sido del todo así, pues la historia de la ciencia no es precisamente lineal, continuo). Para Kuhn, durante el tiempo en que una disciplina vive su condición de ciencia normal, la investigación se desarrolla de acuerdo con el paradigma aceptado y el objetivo no es refutarlo, como Popper pretende, sino afinarlo y armonizarlo con la experiencia. Pero si por alguna circunstancia los investigadores encuentran desacuerdos con la visión paradigmática, éstos buscan las razones de la discrepancia en los resultados del trabajo del investigador o en sus procedimientos, pero no en la teoría, pues se trata de preservar la validez del paradigma. Si se acumula una cantidad excesiva de resultados discordantes, entonces puede ocurrir que la comunidad científica se divida entre los que se aferran al paradigma aceptado y los que proponen una teoría diferente o un nuevo paradigma. Al desarrollo científico que se da en este período de transición o de desacuerdos, Kuhn lo llama ciencia revolucionaria. Los proponentes del nuevo paradigma tratan de sustituir al antiguo pero se enfrentan a la fuerte oposición de sus defensores. Finalmente, si la evidencia factual es abrumadora en favor del nuevo paradigma, éste termina por prevalecer y desplazar al anterior. Este cambio de paradigma no ocurre de manera racional, entre otras cosas porque el nuevo y el viejo paradigma son *inconmensurables*, es decir, no es posible establecer comparaciones entre ellos: los conceptos, las categorías, los términos, el lenguaje que cada uno maneja son distintos, y sus respectivos partidarios no disponen de un idioma en común para establecer la discusión. Además, ocurre generalmente que entre los partidarios del antiguo paradigma y los del nuevo existe un conflicto generacional, al oponerse los primeros a un cambio propuesto por los segundos. Esto es otro motivo adicional de irracionalidad que sólo se supera a veces cuando los miembros de la generación más vieja fallecen.

Para Kuhn la visión de Popper es demasiado optimista o ingenua, al insistir éste en que el progreso de la ciencia está determinado por la lógica y dirigido por la razón; la historia parece indicar algo radicalmente distinto. Y la historia de la ciencia que se ha hecho en el presente capítulo da cuenta de ello, da cuenta pues del sentido dialéctico de ésta.

Aunque el racionalismo crítico de Popper se refiere únicamente a la lógica de la investigación y no se ocupa de la sociología de la ciencia, la visión de Kuhn basada en

la historia y no centrada exclusivamente en la lógica de la investigación parece reflejar de manera más fiel la realidad. La ciencia es una actividad eminentemente humana y está por tanto impregnada del estilo que el ser humano tiene de hacer las cosas; no es extraño entonces que contenga tantos elementos irracionales, ¿no es esto último un punto de apoyo a las ideas de Feyerabend, que fundamentan parte del enfoque epistemológico de la presente tesis? Así, como el propio Popper afirma en una de sus conferencias titulada "El Yo, la Racionalidad y la Libertad":

> Soy un racionalista. Esto es, intento subrayar la importancia que la racionalidad posee para el hombre. Pero al igual que todos los racionalistas pensantes no afirmo que el hombre *sea* racional. Por el contrario, es obvio que el hombre más racional es muy irracional en muchos sentidos. La racionalidad no es una propiedad de los hombres, ni es un hecho acerca de los hombres. Es una *tarea que los hombres deben llevar a cabo* –una tarea muy difícil y muy limitada--. Resulta difícil lograr la racionalidad, incluso en parte.[76] (Popper, 1985).

Cabe señalar, como ya se dijo, que Kuhn se opuso a muchas ideas de Popper; sus ideas corresponden a un punto intermedio entre la ortodoxia científica y posturas ciertamente radicales como las de Feyerabend. Está más cerca de la filosofía de la ciencia de Lakatos, que también mantuvo en su filosofía de la ciencia una atención al enfoque histórico, como se habrá de ver en el siguiente capítulo.

Para concluir, es menester decir que la filosofía de la ciencia, como disciplina que está al pendiente de la actividad de la ciencia, habría de consolidarse durante el siglo XX; aparecerían posturas no sólo como la de Popper o Kuhn, sino también las de Nagel o Toulmin, preocupados por los fundamentos filosóficos de la ciencia, en la medida de que ésta necesita de un sustento formal que consolide sus alcances y posibles "limitaciones". Así, los trabajos en filosofía de la ciencia han proliferado en la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI; surgieron distintas escuelas filosóficas que han insertado en sus análisis el aspecto histórico; los debates siguen.[77] Sin embargo, en la presente tesis se sigue resaltando el carácter dialéctico en relación a las concepciones sobre la ciencia, la labor del científico y el conocimiento científico, así como la cuestión

básica: *¿cómo es la ciencia?* La revisión histórica y epistemológica que se ha hecho en este capítulo, ha podido corroborar parte de esto.

A continuación, de entre todo un puñado de filósofos de la ciencia actuales, se han de considerar en el siguiente capítulo a Imre Lakatos y Paul K. Feyerabend, cuyo diálogo habrá de fundamentar más las premisas del presente trabajo, principalmente en la concepción de dialéctica derivada de diálogo, y de que la ciencia debe aceptar la autocrítica.

CAPÍTULO III

LA POLÉMICA LAKATOS-FEYERABEND

Lakatos y Feyerabend habían acordado escribir una obra en conjunto, en la que el primero defendería una postura racionalista, no así el segundo; sin embargo, tal proyecto se vio truncado por la muerte de Lakatos. La famosa obra *Tratado contra el método* de Paul K. Feyerabend fue la contribución de él a tal proyecto. En este capítulo se pretende hacer un análisis sustancioso de las principales ideas de ambos pensadores, resaltando principalmente los puntos en que sus posturas difieren, con lo cual se podrá afirmar el aspecto dialéctico, derivado de diálogo, de las concepciones que sobre la ciencia se tienen; esto se encuentra relacionado que lo que se trató en capítulo II, desde la perspectiva histórica de la ciencia.

III.1 Tesis de Lakatos

Uno de los discípulos más sobresalientes de Popper fue Imre Lakatos (1922-1974), nacido en Hungría donde recibió una formación como físico y astrónomo. Posteriormente, al ser perseguido político del régimen comunista, emigró a Cambridge, Inglaterra, donde estudió con Popper y donde permaneció por el resto de su vida.

Lakatos se interesó en el problema del conocimiento científico y su génesis. ¿Cómo se hace la ciencia?, ¿cómo avanza?, ¿cómo progresa?, ¿cómo ha sido todo esto y cómo debería ser? A Popper se le había criticado el afirmar que el propósito de toda teoría científica era proponer un experimento que la echara por tierra para así dar lugar a una mejor teoría. Nadie propone teorías, decían sus críticos, para verlas en el cesto de la basura; todo lo contrario, el autor de una teoría pretende que ésta resista todos los embates de la confrontación experimental. En parte para hacer frente a estas críticas Lakatos propuso que el avance científico se debe no a la lucha entre una teoría y un experimento, sino más bien a la lucha entre dos teorías y un experimento que finalmente hace prevalecer a la mejor. Según Lakatos, antes de que una teoría sea descartada por un

experimento se hacen todos los esfuerzos posibles por salvarla, adecuándola en sus diferentes aspectos para conciliarla con la experiencia. Aún si esto no es posible, la teoría no se desecha mientras no se disponga de otra supuestamente mejor, pues una teoría por defectuosa que sea es mejor que ninguna. Por tanto, si una teoría T ha de ser sustituida por otra "más elaborada" T*, debe cumplirse lo siguiente:

(a) T* explica todo lo explicado por T;
(b) T* predice nuevos hechos no predichos por T o hasta incompatibles con esta última; y
(c) Al menos parte de las nuevas predicciones de T* se confirman.

A diferencia de Popper, Lakatos considera que más que a una teoría aislada el progreso científico se debe a un grupo de teorías que evolucionan conjuntamente, constituyendo lo que él llama *un programa científico de investigación.*

> He analizado el problema de la evaluación objetiva del crecimiento científico en términos de cambios progresivos y regresivos de problemáticas para series de teorías científicas. Las más importantes de tales series en el crecimiento de la ciencia se caracterizan por cierta *continuidad* que relaciona a sus miembros. Esta continuidad se origina en un programa de investigación genuino concebido en el comienzo. El programa consiste en reglas metodológicas: algunas nos dicen las rutas de investigación que deben ser evitadas *(heurística negativa),* y otras, los caminos que deben seguirse *(heurística positiva).*[78] (Lakatos, 2002: 65)

Así, la estructura de un programa de investigación científica consiste en un núcleo que contiene las ideas fundamentales, las verdades básicas y lo último que se desearía abandonar en caso de desacuerdo con la experiencia. En el caso de la Termodinámica, por ejemplo, este núcleo podría estar constituido por sus tres leyes fundamentales, una de las cuales establece la conservación de la materia y de la energía. Si en algún experimento pareciese que esta ley es violada, antes de descartarla como no válida habría que revisar o cambiar muchas otras cosas a fin de preservar esta ley de la conservación, que ha resistido todos los embates que se han dirigido en su contra (por ejemplo, los numerosísimos intentos de construir una máquina de movimiento perpetuo, que siempre han fracasado). Este núcleo está protegido, como ya se dijo, por dos

“cinturones protectores” que él llama la *heurística negativa* y la *heurística positiva.* Estas contienen resultados importantes para la supervivencia del programa, como hipótesis auxiliares, condiciones de aplicabilidad, condiciones experimentales, etc., de manera que pueden ser modificados sin que las teorías del programa se vuelvan inservibles.

Los programas de investigación pueden permanecer activos y progresando si predicen hechos y la teoría se adelanta a ellos, explicándolos; en cambio, si la teoría se rezaga y aparecen resultados o hechos que tienen que explicarse *a posteriori*, esto es indicativo de que el programa está agotado y requiere de nuevas propuestas, teorías o datos experimentales.

> Según mi metodología, los grandes logros científicos son programas de investigación que pueden ser evaluados en términos de transformaciones progresivas y regresivas de un problema; las revoluciones científicas consisten en que un programa de investigación reemplaza (supera progresivamente) a otro. Esta metodología ofrece una nueva reconstrucción racional de la ciencia. (Lakatos, 2002: 65)

De aquí que, como ya se dijo: Lakatos asume una postura eminentemente racional frente a la ciencia, aunque también, su pensamiento se orienta finalmente hacia los aspectos históricos de ésta, pues de esta forma llega a resolver ciertas problemáticas que surgen a su *Metodología de los programas de investigación científica.* Así nos lo hace saber:

> Mostraré que las metodologías pueden ser criticadas sin referencia directa alguna a cualquier teoría epistemológica (ni lógica, incluso) y sin utilizar directamente ninguna crítica lógico-epistemológica. La idea básica de esta crítica es que *todas las metodologías funcionan como teorías o programas de investigación historiográficos (o metahistóricos) y pueden ser criticadas criticando las reconstrucciones racionales que originan.* (Lakatos, 2002: 159).

Por tanto, una teoría de la racionalidad, como la de Lakatos, llega a concebir que en la ciencia un programa de investigación científica tiende a congregar un conjunto de conocimientos que poseen un carácter universal y coherente, ya que no podemos hablar de una actitud *irracional* cuando los científicos apoyan un programa de investigación

superado, en la medida en que sus bases han sido meramente científicas y, en consecuencia, racionales, porque "el progreso de la teoría de la racionalidad científica viene indicado por descubrimientos de hechos históricos nuevos, por la reconstrucción racional, de volumen creciente, de la historia saturada de valoraciones." (Lakatos, 1993: 65)[79]. Así, la racionalidad científica se mantiene y "progresa" si corresponde a un programa de investigación historiográfico que también es progresivo; si se presentan ciertas "anomalías" que demeriten sus alcances, éstas serán retomadas y a su vez, explicadas por alguna otra reconstrucción racional o alguna <<teoría empírica externa>>. De aquí parten los aspectos fundamentales de su postura, en cierta oposición con las ideas de Feyerabend, pues:

> *Todas* las metodologías, *todas* las reconstrucciones racionales pueden ser <<falsadas>> historiográficamente; la ciencia es racional, pero su racionalidad no puede ser incorporada en las leyes generales de una metodología. Feyerabend, por otra parte, concluyó no sólo que no puede haber una teoría de la racionalidad científica, sino que la racionalidad científica no existe. (Lakatos, 2002: 169).

Más aún:

> *Todas* las metodologías, *todas* las reconstrucciones racionales pueden ser <<falsadas>> historiográficamente; la ciencia es racional, pero su racionalidad no puede ser incorporada en las leyes generales de una metodología. Feyerabend, por otra parte, concluyó no sólo que no puede haber una teoría de la racionalidad científica, sino que la racionalidad científica no existe. (Lakatos, 2002: 169).

Así, se puede afirmar que las ideas de Lakatos representan una postura de corte metodológico; sus argumentos están a favor de un método de tipo "histórico" en la evaluación de metodologías científicas (falsacionismo, convencionalismo, inductivismo, etc.) y programas de investigación rivales;[80] para él todo filósofo de la ciencia debe recurrir a la historia de la ciencia (historias interna y externa) como necesario punto de partida para identificar las reconstrucciones racionales de la ciencia. El científico y el epistemólogo no pueden librarse de ello. De antemano, sabemos que la ciencia es un conocimiento probado, donde nada puede aceptarse *a priori* porque debe ser "probado,

bien por el poder del intelecto o por la evidencia de los sentidos" (Lakatos, 2002ª: 17). Y un programa de investigación que supere a otro conlleva un progreso teórico, empírico y heurístico. En este aspecto, existe cierta contraposición con las ideas de Feyerabend, pues éste afirma que, atendiendo al aspecto histórico de la ciencia, se puede identificar que el progreso científico no se ha llevado a cabo necesariamente de manera racional, que no ha sido así, y que lo mejor es que sea así. Tanto uno como otro tienen cierta razón, por lo que la contraposición, el diálogo, el sentido dialéctico en concreto, está presente en la filosofía de la ciencia, y resulta ser un aspecto recurrente y sano para ésta.

Lakatos también se interesó en el problema de la demarcación: ¿cuál es la frontera que separa lo científico de lo seudocientífico? Para él éste era un asunto de vital importancia cuya clarificación evitaría la repetición de situaciones históricas que marcaron etapas muy negativas para el avance del conocimiento. Por ejemplo, la teoría copernicana fue tachada de seudocientífica en una época porque contradecía la "verdad religiosa", y no por criterios objetivamente válidos. Esa misma teoría, tiempo después, fue aceptada como una teoría científica. La historia nos presenta numerosos ejemplos de ideas que fueron combatidas o prohibidas bajo el argumento de que eran producto de una seudociencia, aunque en realidad había razones políticas o de otra índole para su prohibición. Ejemplo claro, en la ex-Unión Soviética se dieron algunos casos de teorías que se combatieron por no pertenecer o ajustarse a "la ciencia oficial", a fin de privilegiar otras que se ajustaban a la ideología predominante; es notable el caso Lysenko. Lo mismo ocurrió en la Alemania nazi con la Teoría de la Relatividad, que fue tachada de "ciencia judía".

Hay que apuntar, como se dijo anteriormente, que Lakatos es un racionalista acérrimo, ya que:

> Afirmaba explícitamente que el "problema central de la filosofía de la ciencia es… el problema de enunciar las condiciones *universales* en las que una teoría es científica", problema que está "estrechamente unido al problema de la racionalidad de la ciencia" y cuya solución "debería servirnos de guía con respecto a cuándo es racional aceptar una teoría científica y cuándo no lo es." (Chalmers, 2000: 147).

Por algo su postura ha de rechazar cualquier relativismo, como lo son las teorías de Feyerabend. Ahora bien, ya se habló en el capítulo anterior acerca de su concepción histórica sobre la ciencia, donde resalta lo que él llamó *historias interna y externa de la ciencia;* todo esto, junto con lo que se ha mencionado en este apartado, ofrece un criterio universal de racionalidad, el cual ha de ser contrastado con la historia de la ciencia, aunque, como lo han dejado ver algunos pensadores, su metodología resulta ser más una guía para el historiador de la ciencia que para el verdadero científico. Su propuesta, sin embargo, no alcanza incluso a cubrir todo el espectro de la práctica científica, pues considera que un campo de estudio que no tiene características similares a las de la física resulta ser inferior, y por ende, no es ciencia. Parece olvidar, como muchos epistemólogos, que la ciencia es también una práctica humana, y por lo mismo, difícil de encajonar en uno o varios criterios y metodologías.

Los trabajos de Lakatos se orientaron más a analizar problemas de la matemática y de la física, ciencias ya consolidadas y donde teorías y metodología tienen rasgos ya de por sí definidos con precisión; el giro tanto epistemológico como metodológico que ha tenido la ciencia durante la segunda mitad del siglo XX es mejor descrito por ideas como las de Feyerabend, ya que presentan aspectos mucho más reales sobre la ciencia y su práctica, aunque no se puede dejar de señalar que no hay que tomar sus teorías como un dogma.

III.2 Tesis de Feyerabend

Paul K. Feyerabend (1924-1995) representa la antítesis del racionalismo. Su posición anarquista va muy de acuerdo con su personalidad y su vida; aunque su postura filosófica no es superficial ni caprichosa. Antes bien, Feyerabend presenta sus argumentos de manera contundente y seductora, apoyándose en su profundo conocimiento de la historia de la ciencia. Es un provocador por naturaleza, un iconoclasta auténtico que al dar a conocer sus ideas sobre la ciencia produjo un impacto notable en el *stablishment*, sin importar lo acostumbrado que éste estuviera a la pluralidad y la discrepancia. La obra de Feyerabend significa una ruptura con todas las posiciones filosóficas que se ocupan de la ciencia, aún con aquéllas como la de

Bridgman que decía que "ciencia es lo que hacen los científicos, y no existe un método único sino tantos métodos como científicos en activo hay." Así, Feyerabend representa una de tantas personalidades "indomables" en la filosofía; Steve Fuller lo hace notar con las siguientes palabras: "ahora veo en Feyerabend lo que Nietzsche pudo llegar a ser."[81]

Es aquí donde comienza la virtualidad de la crítica de Feyerabend, su grito de batalla es <<todo vale>>; su universo propio, esa capacidad para desarrollar sus ideas en un espacio intelectual que se mueve paralelamente al espacio en que la mera razón se hace presente, no por ello separándose de aquel mínimo carácter primordial que la razón y toda racionalidad poseen.

En primera instancia, la síntesis "morfológica" de su filosofía puede ser compactada en las siguientes palabras:

> *La idea de que la ciencia puede y debe regirse según unas reglas fijas y de que su racionalidad consiste en un acuerdo con tales reglas no es realista y está viciada. No es realista, puesto que tiene una visión demasiado simple del talento de los hombres y de las circunstancias que animan, o causan, su desarrollo. Y está viciada, puesto que el intento de fortalecer las reglas levantará indudablemente barreras a lo que los hombres podían haber sido, y reducirá nuestra humanidad incrementando nuestras cualificaciones profesionales.* (Feyerabend, 2000: 136).

En su *Tratado…*, Feyerabend niega que la ciencia deba su avance a la existencia de un método. Usa toda clase de argumentos lógicos y racionales para demostrar que la ciencia es irracional; que siempre ha sido así, que lo sigue siendo y que además así debe ser. Del *Tratado contra el Método* se toman a continuación algunas líneas de argumentación que aparecen al inicio de cada capítulo:

> Introducción: La ciencia es una empresa esencialmente anarquista; el anarquismo teórico es más humanista y más adecuado para estimular el progreso, que sus alternativas basadas en la ley y en el orden.
>
> 1.- Lo anterior se demuestra tanto por un examen de episodios históricos como por un análisis abstracto de la relación entre idea y acción. El único principio que no inhibe el progreso es: *todo vale*.
>
> 2.- Es posible hacer uso de hipótesis que contradigan teorías bien confirmadas y/o

> resultados experimentales bien establecidos. Se puede hacer avanzar la ciencia procediendo contrainductivamente.
>
> 3.- La condición de consistencia, que exige que las nuevas hipótesis concuerden con las teorías aceptadas, no es razonable porque favorece la teoría más antigua, no la mejor. Las hipótesis que contradicen a teorías bien confirmadas proporcionan evidencia que no puede ser obtenida de otra forma. La proliferación de teorías es beneficiosa para la ciencia, mientras que la uniformidad debilita su poder crítico. Además la uniformidad pone en peligro el libre desarrollo del individuo.
>
> 4.- No existe ninguna idea, por antigua y absurda que sea, que no pueda mejorar el conocimiento. Toda la historia del pensamiento está subsumida en la ciencia y se usa para mejorar cada teoría particular. Tampoco se eliminan las interferencias políticas. Puede hacer falta superar el chauvinismo científico que rechaza las alternativas del *status quo.*
>
> 5.- Ninguna teoría concuerda con todos los hechos de su dominio, pero la teoría no es siempre la culpable de ello.
>
> .....
>
> .....
>
> 18.- Así pues, la ciencia es mucho más semejante al mito de lo que cualquier filosofía científica está dispuesta a reconocer. La ciencia constituye una de las muchas formas de pensamiento desarrolladas por el hombre, pero no necesariamente la mejor. Es una forma de pensamiento conspicua, estrepitosa e insolente, pero sólo intrínsecamente superior a las demás para aquellos que ya han decidido en favor de cierta ideología, o que la han aceptado sin haber examinado sus ventajas y sus límites. (Feyerabend, 2000)

Feyerabend arremete a su vez contra las concepciones tradicionales existentes en casi toda la filosofía de la ciencia, no por nada iniciaría una polémica con Lakatos, uno de los más fieles representantes de la <<ortodoxia científica>>, y uno de tantos filósofos que, como hemos visto, acepta la necesidad de contar con una metodología alternativa en la labor científica. Pero con Feyerabend la epistemología ha tomado rumbos realmente portentosos, en el sentido de que sus críticas no sólo niegan la existencia de un método científico universal, también arremeten contra la convención de que sólo el apego al método científico garantiza la racionalidad necesaria en la ciencia. Revisando la historia de ésta ha podido sacar a flote el "talón de Aquiles" de las teorías que como la de Lakatos resaltan el peso específico que el método científico tiene y ha tenido en el desarrollo de la ciencia. Tal visión no es del todo *veraz*[82] desde el universo

feyerabendiano, en la medida de que ni siquiera toma en cuenta la capacidad "singular" humana para asumir y confrontar las trabas que se le presenten en una empresa tan espinosa como la ciencia. Asimismo, el recurrir únicamente a ciertas reglas —el método científico— sólo provoca que los hombres acoten su campo de acción y no apuesten por su propia capacidad creativa, la heurística y sus alcances se desvanecen ante esto. Ya que, como aclara Feyerabend: "En el *Tratado contra el método* analicé dos casos con la intención de crear dificultades al inductivismo newtoniano, al falsacionismo y a la teoría de los programas de investigación científica." (Feyerabend, 1998: 10). Lo que muestra la intencionalidad deliberada del análisis y argumentación del filósofo de Viena, y más aún:

> Puesto que habitualmente se considera que las reglas y los criterios son elementos constituyentes de la "racionalidad", inferí que algunos de los más célebres episodios de la ciencia —admirados por los científicos, los filósofos y el hombre de la calle— no fueron "racionales", no ocurrieron de manera "racional", la "razón" no fue la fuerza motriz que los impulsó y no fueron juzgados "racionalmente". (Feyerabend, 1998: 10).

Así, la filosofía de Feyerabend se yergue como una *fuerza motriz* capaz de identificar un punto crítico ahí donde las cosas, aparentemente, funcionan de manera estable. La creatividad singular de un hombre de ciencia se *paraliza* ante la imposición de la racionalidad científica, representada por la teoría del método científico y todas sus reglas que parecerían, de este modo, como una especie de <<falsa moral>>, a la manera de cualquier teólogo de la Edad Media.

Incluso Lakatos reconocería la —muchas veces— poca sustancialidad que rodea a toda actitud de tipo racional, presente tan solo en su metodología de los programas de investigación científica, y traducido en lo que muchos ortodoxos afirman: "la Gran Ciencia se ajusta a Grandes Criterios", pero "Los criterios de racionalidad existentes —incluidos los criterios de la lógica— son excesivamente restrictivos y habrían entorpecido a la ciencia en caso de haberse aplicado resueltamente" (Feyerabend, 1998, 11). Con esto la filosofía de la ciencia del reconstruccionismo lógico tipo Bridgman o Nagel puede parecer que llega a caer en mera argumentación verbal si no se tiene el suficiente cuidado al asomarse a ésta.

De esta forma, se resalta aquí el hecho de que desde la filosofía de Feyerabend se puede indagar en qué medida las reglas de la razón, como las definen los lógicos y algunos filósofos de la ciencia, se adecuan a la ciencia vista como actividad propia del hombre.

Uno de los ejes principales de la filosofía de Feyerabend radica en identificar y separar la relación entre razón y práctica. Por ello, su análisis se dirige a cómo es posible distinguir si la actividad individual del científico está supeditada a una actividad colectiva[83], donde la racionalidad científica dominante hace acto de presencia, y le dicta al hombre de ciencia la única manera posible para conducirse. Los epistemólogos siguen silenciosamente creyendo que la ciencia está regida por ciertos principios fundamentales, aunque resulta evidente que la relación razón/práctica se desenvuelve en el universo pragmático humano, y no sólo son esos principios —esencialmente formales— los que intervienen y condicionan los alcances que la práctica científica contiene. Para Feyerabend existen dos puntos esenciales de la relación entre razón y práctica:

a) *La razón guía la práctica. Su autoridad es independiente de la autoridad de las prácticas y tradiciones y configura la práctica de acuerdo con sus exigencias. A esto se le puede denominar versión idealista de la relación.*
b) *La razón recibe de la práctica tanto su contenido como su autoridad. Es ella quien describe la forma como opera la práctica y formula sus principios básicos. A esta versión se le ha denominado naturalismo y a veces se le ha atribuido a Hegel (si bien erróneamente).*

La primera tiene que ver con un punto de vista *idealista*, es decir, la razón legitima la práctica. La segunda corresponde a ese tipo de actitudes que propugnan por una hegemonía de la práctica sobre la teoría, en el sentido de que la experiencia le dicta a la razón sus grados de verosimilitud. La filosofía de la ciencia ortodoxa afirma que los juicios de nivel teórico reciben un significado de tipo empírico de los reportes observacionales; para Feyerabend existe una cierta dependencia teórica de los informes observacionales, esto es, “la distinción término observacional-término teórico depende

del contexto" (Losee, 2000: 201). El avance de la ciencia se realiza en la medida en que el científico sea apto para reestructurar un nuevo lenguaje, teorías, hipótesis, etc., tales que las teorías y lenguajes anteriores no contribuyan a comprender más todavía un hecho o fenómeno, porque "la interpretación de un lenguaje observacional viene determinada por las teorías que empleemos para explicar lo que observamos, y cambia tan pronto cambian las teorías" (Feyerabend, 1958: 160-62).[84] Por ello es posible que esto corresponda a una reconstrucción racional, sólo en un cierto sentido, *ad hoc* con las condiciones en que se desenvuelve la actividad científica en determinada época. Cabe mencionar que ahora la tecnología se está convirtiendo en la "herramienta" por antonomasia del científico, y está contribuyendo enormemente a cambiar cierta imagen de la ciencia, así como de la práctica científica. [Los avances de la tecnología en la segunda mitad del siglo XX han extendido considerablemente el dominio de la técnica tradicional, que estaba construido sobre una visión clásica del mundo. Las nociones intuitivas y cotidianas de espacio y tiempo, y todas las demás derivadas de la experiencia directa del ser humano con la naturaleza, eran suficientemente adecuadas para interpretar los resultados de la técnica. Ésta era, por así decirlo, antropomórfica, antropocéntrica y geocéntrica, es decir, su razón de ser y su medida eran el ser humano y su visión clásica de la naturaleza. Al hacerse más complejos los productos de la tecnología se ha producido una modificación categorial y conceptual de los paradigmas científicos, a fin de poder interpretar resultados novedosos. Esta modificación es inducida por la tecnología misma, al adquirir ésta un impulso propio que le confiere carácter autónomo y autárquico, es decir, capacidad de generar sus propias leyes y su propio gobierno. La transformación de nuestra cosmovisión en la actualidad es el resultado de la aplicación de una tecnología perteneciente no a la técnica tradicional sino a una metatécnica que está cambiando nuestros conceptos. El surgimiento de esta metatécnica es dinamizado por la innovación y la creatividad que se dan en las actuales sociedades del conocimiento y que son promovidas por la competencia; no está ausente el factor económico. Desarrollos bien conocidos en el mundo de la alta tecnología (microscopios electrónicos, tomógrafos computarizados, etc.) ilustran lo anterior.]

Feyerabend habla también de la inconmensurabilidad en la ciencia, en contra de la teoría de la reducción de Nagel; afirma que en ciertos casos y bajo ciertas

restricciones no es posible reducir una teoría a otra. La física galileana no puede reducirse completamente a la física de Newton, ni siquiera la bien ponderada mecánica relativista de Einstein constituye un "programa de investigación" que abarca completamente a la mecánica de Newton. Es decir, aquella "condición de conexión" entre una teoría y otra no se satisface completamente en estos casos. Tan sólo el espacio y tiempo absolutos de la física de Newton son *inconmensurables* con tales conceptos, vistos desde la mecánica relativista. "La *longitud clásica* y la *longitud relativista* son nociones inconmensurables, y la mecánica newtoniana no es reductible a la teoría general de la relatividad" (Losee, 2000: 210). En este sentido es propio entender por qué en ciencias como la física se hable de las Teorías de la Gran Unificación, esas que sinteticen las cuatro fuerzas fundamentales.

La filosofía de Feyerabend contiene un eco resonante de virtualidad y coherencia que ha sabido sobrevivir a las críticas, tanto de sus contemporáneos como la de algunos otros filósofos posteriores, su objetivo primordial consistió en asumir una posición poco convencional y dirigir sus esfuerzos hacia desvirtuar las actitudes que sólo provocan y han sumido no sólo a la filosofía de la ciencia sino a la Filosofía misma en una *tabula rasa,* como si la discusión filosófica reposara sobre paisajes fingidos, sin siquiera darle un campo de acción digno, como aquella morada del Ser donde se habla y se inventa. Para él:

> Hay dos problemas sobre la ciencia, a saber: (1) cuál es su estructura, cómo se construye y evoluciona, y (2) cuál es su peso específico comparado con el de las tradicionales y cómo hemos de juzgar sus aplicaciones sociales (incluida, por supuesto, la ciencia política). (Feyerabend, 2000: XV).

Interesa aquí resaltar el segundo punto, puesto que como se dijo desde el principio: *se asume una postura con respecto a la ciencia al concebirla como práctica humana: ésta es falible y autocrítica, acepta el diálogo y la contradicción, y es por tanto dialéctica.*

En suma, desde la óptica de Feyerabend: no existe algo que pueda llamarse "el método de la ciencia o el método científico", y la mejor recomendación que puede darse a alguien que desea hacer investigación científica es: *todo se vale*. En lo que

difícilmente se puede estar de acuerdo del todo es en lo que Feyerabend señala para ciertos casos concretos: la generalidad en ciencia como "actividad anarquista", y todavía menos, que el *status* de la ciencia sea comparable al del mito, la astrología o el vudú, pues aunque finalmente sea una práctica humana, es "más racional que éstas".

III.3 Recapitulación

— Lakatos es un racionalista, muchas veces ortodoxo, otras un historiador minucioso de la ciencia; sin embargo, queda claro que su metodología de los programas de investigación científica no llega a convertirse en un modelo a seguir para la práctica de la ciencia, ni es una teoría "completa" sobre la ciencia. Feyerabend trae luz sobre este hecho al identificar que en muchos casos de la historia de la ciencia, los científicos no se condujeron racionalmente.

— Otro hecho importante es la pretendida obstinación de Lakatos en establecer como modelo metodológico de hacer ciencia a la física, pues ya existían en su época gran cantidad de problemas epistemológicos, relacionados con las ciencias humanas, que contradicen tal concepción, y han ido surgiendo muchos más; su metodología sólo cubre un espectro de la práctica científica; la postura de Feyerabend es más libre y abierta, resalta la propia creatividad del científico, aunque:

> La dirección de la ciencia está determinada fundamentalmente por la imaginación humana creadora y no por el universo de hechos que nos rodea. La imaginación creadora probablemente hallará nueva evidencia corroboradora hasta para el más absurdo programa si la búsqueda tiene el ímpetu suficiente. Esta búsqueda de *nueva evidencia confirmadora* es enteramente permisible. (Lakatos, 2002: 131).

Con lo cual nos damos cuenta de que Lakatos no olvidaba lo importante que es identificar ciertos aspectos de la *historia externa* en la práctica científica, ya que más adelante afirma: "Pero algunos de los más importantes programas de investigación científica progresaron a partir de fundamentos inconsistentes" (Lakatos, 2002: 191).

De nuevo la dialéctica en las concepciones sobre la ciencia, y en la ciencia misma.

— De Feyerabend es posible traer aquí a colación una instancia derivada de su obra, que da sustento al presente trabajo: si para Bachelard, en la ciencia se debe actuar dialécticamente, ¿es la ciencia una especie de <<proceso dialéctico>>? Así, el punto culminante y de relación entre la obra de Feyerabend y Bachelard radica en que para el primero "razón y práctica no son dos realidades distintas, sino *partes de un único proceso dialéctico*" (Feyerabend, 1998: 23). De esta manera el mismo lenguaje científico también lo es. *(Esta idea necesita ser desarrollada más ampliamente).*

— Lakatos y Feyerabend, con su polémica, dan cuenta de un sentido dialéctico sobre las concepciones de ciencia; establecen un diálogo (de nuevo, la dialéctica), y muchas veces sus concepciones se contradicen, pero cada uno acepta la crítica y la contradicción de sus ideas, dando paso a la posibilidad de la autocrítica (dialéctica negativa).

CAPÍTULO IV

LA CIENCIA COMO PROCESO DIALÉCTICO[85]

La ciencia, suma de pruebas y de experiencias,
de reglas y de leyes, de evidencias y de hechos,
necesita, pues, una filosofía con dos polos.
Más exactamente, necesita un desarrollo dialéctico,
porque cada noción se esclarece en forma complementaria
con dos puntos de vista filosóficos diferentes.

Gaston Bachelard

Este capítulo complementa, con algunos ejemplos, la respuesta a la pregunta: ¿cómo es la ciencia?, la cual ya se ha tratado, principalmente a nivel histórico (capítulo II). Lo que ahora aquí interesa son los aspectos epistemológicos de la ciencia, y precisamente los ejemplos giran alrededor de dos ciencias fundamentales: la física y la matemática.

Atrevámonos a pensar en la ciencia en la manera como Susan Sontag catalogaba al verdadero arte: como aquello que tiene la capacidad de ponernos nerviosos, y quizá convenga hacer esto precisamente porque la búsqueda que la ciencia emprendió desde sus inicios no ha cambiado *sustancialmente,* aunque sabemos sin lugar a dudas que todo ese conjunto de instancias que la hacen posible, dígase teorías, métodos, instrumentos... poseen un carácter dinámico. Y es así que la ciencia, como toda práctica humana, no necesariamente nos pone nerviosos, pero ya de por sí es inquietante, a pesar de que corresponde a un saber racional y sistemático. Acaso quizá toda racionalidad —al ser una consecuencia de diversas prácticas humanas que suman un conjunto de criterios o categorías que pueden dar cuenta del estado en que se encuentra nuestra civilización— no sea la única manera para conocer y explicarse el mundo. ¿Sólo porque la ciencia ha demostrado con creces sus alcances y "efectividad" habrá que tomarla como el *Criterio* al que deban ajustarse las demás prácticas humanas? Esto sería limitar demasiado nuestras posibilidades de entender el mundo. "Pero la ciencia no es *una* tradición, sino *muchas* que dan así lugar a múltiples criterios parcialmente incompatibles"

(Feyerabend, 1998: 32). En cuanto a las tradiciones, resulta importante señalar que se da por hecho que son racionales, contienen un cúmulo de principios y características que las hacen ser tales, aunque todo parezca indicar que también suelen ser dinámicas, como los métodos y teorías de la ciencia. Esto último se apega al enfoque que se ha propuesto, ya que la ciencia no sólo es el estudio de cierta realidad a un nivel racional y empírico; como práctica humana también se apega a los criterios de otras prácticas no menos importantes para el hombre, en las cuales también muchas veces no ha sido la razón, ni el desarrollo continuo el que las ha hecho avanzar.

IV.1 Análisis de Casos

Existen teorías o desarrollos teóricos en ciencias, como la matemática y la física, donde quizá la investigación no sea muy "prometedora"; sin embargo, ésta se lleva acabo por la curiosidad de saber adónde conduce; el afán de los hombres de ciencia no tiene límites, como tampoco su modo de conducirse. La racionalidad de la ciencia, así como su práctica, obedecen supuestamente a ciertos principios, cuya naturaleza lógica resulta intrínseca, aunque precisamente al suponer de entrada que todo se realiza en atención a esa naturaleza, se corre "el riesgo de hacer una epistemología *a priori*" (Geymonat, 1998: 17). Se corre el riesgo también de suponer que los conceptos y leyes en la ciencia son permanentes, y acaso su naturaleza lógica dé cuenta de ello. Pero la ciencia es una empresa mucho más compleja de lo que en principio se deja ver; su desarrollo no ha sido completamente lineal[86] como muchos estudiosos lo han creído.

Como ya se dijo al inicio de este último capítulo, a partir del análisis de algunos casos en matemática y física, desde el enfoque epistemológico asumido[87], se podrá identificar plenamente el carácter dialéctico de la ciencia, complementando a su vez la respuesta a la pregunta inicial: ¿cómo es la ciencia?

IV.1.1 El Fracaso de *Principia Mathematica* y del Programa de Hilbert

En ciencias tan consistentes como la matemática han surgido diversos problemas epistemológicos, que bien podrían apoyar nuestros argumentos; si se acepta que la

investigación en matemática sólo se hace con apego a ciertos principios básicos, dígase axiomas y postulados, y recurriendo a la intuición y al discurso lógico, el rumbo de ciertas investigaciones no habría sido tan fructífero como en el siglo XX, pues muchos matemáticos y filósofos de la ciencia consideran que la lógica es tan sólo una parte de la matemática, y no como Russell y Whithead lo plantearon en su *Principia Mathematic*. Además, ahora muchos matemáticos y epistemólogos creen que la matemática es pensamiento puro no precisamente comunicable, lo que puede llegar a implicar que todo sistema axiomático pueda tener errores, en contraposición a la tan notada fe en el formalismo, eje principal del programa de Hilbert donde él mismo llegó a identificar las propias limitaciones de su programa: "¿Dónde encontraremos, por otro camino, la seguridad y la verdad, cuando hasta en el pensamiento matemático fallan?" (Hilbert, 1991, 274).

Ya Kurt Gödel hizo notar los ciertos "inconvenientes" a los que se enfrentaban los programas de Hilbert y de Principia Mathematica en un famoso artículo de 1931: *Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und werwandter Systeme* ("Sobre sentencias formalmente indecidibles de *Principia Mathematica* y sistemas afines"). En principio, Gödel mostró la imposibilidad del programa de Hilbert y de otros sistemas formales de la matemática clásica (La aritmética de Peano, la teoría axiomática de conjuntos, el de *Principia Mathematica,* etc.), pues éstos resultan ser incompletos[88] (Teorema de incompletud sintáctica), ya que incluso en los más sencillos sistemas axiomáticos formales existen ciertos problemas, acaso de teoría de números, que no pueden resolverse sobre la base de sus axiomas[89]. Esto ha desplazado al programa de Hilbert[90], que consideraba que las matemáticas habrían de estar libres de contradicciones, aún a pesar de que existieran paradojas. Además, Gödel también mostró que resulta imposible demostrar la consistencia[91] de sistemas formales clásicos, dentro del mismo sistema; es decir, que a pesar de que se usen todos los recursos y/o razonamientos del sistema, no puede probarse su consistencia, con lo cual se daba pauta a estructurar lo que podría llamarse una "Metamatemática". Así, en resumen, el artículo de Gödel se compone de cuatro partes:

— En la primera parte se presenta sucintamente la naturaleza del teorema de incompletud, además de la vía específica para llegar a éste.

— En la segunda parte se describe el sistema formal *P*, el cual en esencia corresponde a la conjunción de la lógica de *Principia Mathematica*[92] y los axiomas de Peano, haciendo a este sistema un sistema interpretado. De esta forma Gödel codifica para cada axioma una propiedad numérica llamada "número de Gödel"[93]. Se definen también 46 relaciones y funciones numéricas, 41 de las cuales corresponden a ciertas nociones metamatemáticas. En esta parte se establece el TEOREMA VI (de incompletud), el cual muestra que en el sistema *P* existe siempre alguna sentencia φ tal que ni ella ni su negación son deducibles en el sistema *P*.
— La tercera parte resulta ser complemento de la segunda, pues se presentan ejemplos de otros sistemas que refuerzan lo dicho en la parte dos.
— En la cuarta y última parte Gödel establece otro importante teorema de incompletud, el <<Teorema XI: *Sea* ***K*** *una clase recursiva primitiva y consistente cualquiera de FÓRMULAS. Entonces ocurre que la SENTENCIA que dice que* ***K*** *es consistente no es* ***K****-DEDUCIBLE.*>> (Gödel, 2006: 85)

En términos generales, lo que muestra Gödel es que la matemática no es una ciencia libre de contradicciones, con lo que da pauta para desarrollar problemas epistemológicos como el de la posibilidad de la autorreferencia[94] en ciencia.

Lo anterior es, a su vez, una muestra de cómo hasta en ciencias tan consistentes como la matemática surgen problemas esenciales de fundamento, que dan pauta a reestructuraciones tanto epistemológicas como metodológicas, lo que puede derivar a su vez en la reestructuración de conceptos, permitiendo el surgimiento de nuevas teorías y/o concepciones sobre una ciencia en particular. Esto es precisamente lo que produjo o evidenció el "fracaso" de dos programas importantes de la Matemática del siglo XX: *Principia Mathematica* y el programa de Hilbert. Además, derivado de los trabajos de Gödel, también se puede identificar que la lógica de primer orden, como la aristotélica, tiene cierto grado de indecibilidad, con lo cual surge otro problema: el de la fundamentación de esa misma lógica, aunado al problema o necesidad de desarrollar, en el siglo XX, otro tipo de lógicas, como las de orden superior, la modal o incluso la lógica cuántica[95]. Se ha identificado que cada una de estas lógicas corresponde a una cierta "fractura" epistemológica, pues: "En el fondo, la escisión en diferentes lógicas

plantea la cuestión de que son esas diferentes lógicas, precisamente, las que requieren de una posible fundamentación" (Lorenzo, 2005: 26).

Cabe señalar que en el primer tercio del siglo XX existían tres corrientes principales dentro de la matemática, que entre otros aspectos se referían tanto a la naturaleza de los entes matemáticos como a la práctica matemática: logicismo, intuicionismo y formalismo, los cuales presentaron ciertos inconvenientes en cuanto a la fundamentación de la matemática, y principalmente en lo que se refiere al quehacer matemático. *Curiosamente, en la segunda mitad del siglo XX los matemáticos comenzaron a preocuparse más por resolver problemas que por desarrollar teorías de fundamentación, con lo que se observa cómo, desde el enfoque epistemológico de la dialéctica negativa en ciencia, resulta <<más importante>> centrarse en resolver problemas reales y/o contradicciones reales, que problemas y/o contradicciones ideales o formales; la actividad de los hombres de ciencia es lo que importa.* Así, como dijera un gran matemático, discípulo de Hilbert: "*Matematizar* bien podría ser una actividad creativa del hombre, de una originalidad primaria, como el lenguaje o la música, cuyas decisiones históricas desafían una plena racionalización objetiva" (Weyl, 1968: 126).[96] Con lo cual, también se puede señalar aquí que, independientemente de la tan nombrada objetividad teórica de la matemática, es factible, desde hace mucho, concebirla como una actividad humana a la par de otras no menos importantes como el arte. Esto último puede incluso apoyar la visión de Lakatos de identificar tanto la historia interna como la externa, a pesar de que, como siempre, sea más importante la historia interna. De todos modos, en la práctica matemática ya es factible hablar de un <<plano interno>>, quehacer interno o práctica teorética matemática, y el <<plano externo>> o marco social o ideológico que posibilita, condiciona y quizá puede limitar al primero.[97] Sin embargo, esto podría parecer un tanto contradictorio con respecto a las ideas de Lakatos, aunque para el marco teórico de la presente tesis, más bien resulta ser complementario.

Lo anterior, junto con muchos casos en física y en la historia de la ciencia en general[98], dan testimonio de cómo en la ciencia es también importante la actitud que asume el investigador frente a su objeto de estudio, independientemente de que los resultados que obtenga correspondan a un "desarrollo normal" de la ciencia de la que se trate. A la vez, una tradición es puesta en entredicho por otra, y la capacidad inventiva

del científico es lo primordial; así, toda práctica humana está supeditada a ciertos aspectos propios del investigador, de las <<herramientas>> que use, independientemente de que se pueda afirmar que su actitud ha sido cien por ciento racional. Ejemplo de esto último: con la llegada de la computadora surge una modificación importante en el quehacer matemático, y se insertan nuevas metodologías, nuevos enfoques epistemológicos. Lakatos creía que las reconstrucciones racionales en la ciencia obedecen directamente a la historia interna (la de los actores, teorías, logros...), y ésta es la que fundamenta a la historia externa (factores de tipo social y psicológico de la actividad del científico).

> Así, resalta el alto grado de importancia de la teoría sobre la práctica, es decir, que la ciencia tiende a regirse por ciertos principios —incluso metafísicos— en el sentido de que muchos de estos principios pueden llegar a formar parte del *"núcleo firme" interno de un programa*. (Castrejón, 2005: 29-42).

Sin embargo, aceptar esta forma de ver a la ciencia implica que pareciera que la preeminencia de la razón sobre la práctica ha de comandar las acciones en la ciencia, aunque esto no es precisamente así.

> Hacer ciencia no significa resolver problemas sobre la base de condiciones externas previamente conocidas, poner restricciones a la investigación y capacitarnos para anticipar propiedades generales de todas las posibles soluciones...; significa adaptar cualquier conocimiento que uno tenga y cualquier instrumento (físico, psicológico, etc.) que uno use a las exigencias de un particular estadio histórico. (Feyerabend, 1996: 21).

Por ello, es importante mencionar que existe la necesidad de que la filosofía de la ciencia no se enfoque sólo en visiones ortodoxas como el positivismo o el empirismo científicos; un filósofo de la ciencia debe asumir una "actitud de compromiso" no sólo con el objeto de estudio y las *herramientas* y mecanismos que hacen posible la labor del científico, sino también debe hacer notar la importancia y trascendencia de las capacidades creativas del científico. La ciencia es una actividad humana, no una actividad de la mera razón; un filosofo de la ciencia debe tomar en cuenta el estadio de

conocimiento, sí, pero también la época y las condiciones sociales del principal actor de la ciencia, así como el carácter histórico, incluso ético que tiene la ciencia.

Retomando el problema de razón y práctica, éstas no se legitiman la una y la otra; forman parte del proceso de hacer ciencia, y como tal: ésta se encuentra en constante devenir, el cual no es necesariamente continuo y uniforme, sino dialéctico. Como ya se ha podido constatar: la ciencia no sólo se ha centrado en resolver necesariamente contradicciones formales o lógicas, sino también ha resuelto contradicciones reales, y ha aceptado a su vez la autocrítica, todo en un sentido epistemológico de dialéctica negativa.[99] El ejemplo tratado en la historia de la matemática da cuenta de ello, a pesar de que muchas veces la *unidad de la experiencia* científica llega a poner trabas a la *sistemática de la experiencia*, lo cual está íntimamente ligado a la actividad del científico. Por eso lo más importante en ciencia es resolver las contradicciones reales, no precisamente las formales. Así pues: ¿cómo es la ciencia?, dialéctica. "Sólo hay un medio de hacer avanzar la ciencia, y es contradiciendo la ciencia ya constituida, que es como decir cambiando su constitución" (Bachelard, 1993: 30). Sin entender esta afirmación en el sentido hegeliano ni metafísico, en el presente trabajo simplemente se acepta que existe una "tensión" propia en el pensamiento, que genera un carácter dinámico en éste, y que ya no es posible seguir creyendo que los conceptos y teorías científicas dan cuenta del principio de adecuación entre el pensamiento y la realidad; la ciencia contemporánea contrarresta tales concepciones. Así, se habrá de ver a continuación que el concepto mismo de verdad científica se ha desligado de tal carácter.

IV.1.2 Lógica y Física Matemática

Comencemos esta parte trayendo a colación un concepto de suma importancia tratado en el Capítulo I: *verdad científica.* Hay que aceptar que, independientemente de que en todos los contextos del ámbito científico el concepto de verdad contiene elementos lógico-formales, y a su vez resulta ser "inmanente" el carácter verificacional de toda proposición científica, a pesar de todo, estos <<supuestos>> obedecen a una condición primicia de cultura, a condiciones semánticas del lenguaje. Así, Alfred Tarski (Moretti, 2004) nos hizo notar en su famoso artículo "The semantic conception of truth and the

foundations of semantics", que el concepto de verdad científica, como muchos otros del lenguaje de la ciencia, contiene ciertos elementos que están supeditados a la semántica específica que se use para construirlos, y además:

> La verdad de las oraciones está vinculada, en efecto, con los métodos para su aceptación y con las consecuencias prácticas de aceptarlas, pero también, suele creerse, con la representabilidad del mundo en general. (Moretti, 2004: 111)

Pues al explicar proposiciones científicas resulta necesario recurrir a otras, en pos de hacer una mejor representación del mundo. De esta manera, Tarski parte del análisis del siguiente esquema lógico:

Esquema T: X es verdadera si y sólo si P

(Aquí 'X' debe entenderse como lo que ocupa el lugar de un nombre de una oración que dice lo mismo que la oración cuyo lugar ocupa 'P')

La proposición T según Tarski concentra el contenido mínimo de verdad, o mínimamente caracteriza la forma en que ha de funcionar el predicado veritativo (Moretti, 2004: 107). Con lo que, aclarando que Tarski se inserta en la corriente correspondentista[100], definir un esquema de verdad en esa forma implica una garantía de aceptabilidad del esquema y la correspondencia entre las oraciones y el mundo, formando parte de esa *sistemática de la ciencia* de la que hablábamos líneas arriba, pues: "The semantics of scientific language should be simply included as a part in the methodology of science. (La semántica del lenguaje científico debería ser simplemente incluída como parte de la metodología de la ciencia)" (Tarski, 1944). Así, el hecho de que una proposición como X se acepte como verdadera no implica que necesariamente sea verdadera, lo que en muchos casos ocurre en la práctica científica; con lo que se identifica un criterio útil para concebir la verdad científica, aunque no sea más que desde la perspectiva metodológica, pues:

> La solución tarskiana de las paradojas que rodean al concepto de verdad depende de la tesis de que el predicado veritativo (y los demás predicados semánticos problemáticos)

> no forma parte del lenguaje a cuyas expresiones se aplica. De aquí se sigue la necesidad de establecer la teoría de la verdad, relativa a un lenguaje, utilizando otro (un metalenguaje) que permita referirse al que se estudia y que contenga el predicado veritativo correspondiente. (Moretti, 2004: 121).

Es decir, Tarski explica la verdad en términos de las relaciones existentes entre distintos lenguajes y una realidad extralingüística, de aquí su aportación metodológica. Además, en la lógica de Tarski se demuestra la posibilidad de definir el "predicativo veritativo de un lenguaje" de suficiente poder expresivo, además de establecer un método adecuado para hacer tales definiciones. Aquí vemos cómo, desde la lógica, los conceptos fundamentales en ciencia han de tener un carácter dinámico, dialéctico. Es decir, el concepto de verdad científica de Tarski está en concordancia con las concepciones modernas, en donde no se concibe a la verdad como *adaequatio.* Tarski sólo analizó el concepto de verdad tal y como se presenta en la práctica; en la labor propiamente científica, no pretendió dar un criterio epistemológico para identificar lo que es verdad. Por tanto, complementando lo dicho líneas arriba:

> La contribución principal del trabajo de Tarski reside en: 1) su demostración, por el ejemplo, de la posibilidad de definir adecuadamente el predicado veritativo característico de un lenguaje de suficiente poder expresivo y, 2) la sugerencia de que el camino seguido en su ejemplo da sustento a la idea de un método general para construir esa clase de definiciones. (Moretti, 2005: 133).

Un lenguaje que esté referido a cierto objeto de la realidad, como lo es el lenguaje científico, debe ser interpretado, como bien lo muestra el esquema de Tarski; a su vez, dados los aspectos metodológicos a que alude el análisis del concepto de verdad tarskiano, debe tenerse bien claro el conocimiento de cómo debe ser interpretado dicho lenguaje, a pesar de que, como el mismo Tarski lo señala: "La descripción abstracta general de este método y de los lenguajes a los que fuese aplicable sería problemática y no del todo clara" (Tarski, 1956: 168).

Pero no sólo los trabajos de Tarski han dado cuenta del carácter dinámico de la empresa científica; la física matemática actual representa el mejor ejemplo de cómo el hombre de ciencia reconstruye el conocimiento y acepta nuevas conjeturas, nuevos retos y líneas de

investigación, aún y a pesar de que ciertos nuevos principios contradigan a los ya existentes.

> La ciencia física contemporánea es una construcción racional: elimina la irracionalidad de sus materiales de construcción. El fenómeno *realizado* debe ser protegido contra toda perturbación irracional... la filosofía de la ciencia física es quizá la única filosofía que se aplica determinando una superación de sus principios. (Bachelard, 1993: 10).

Si la física en su carácter fundacional era meramente experimental, la física-matemática corresponde a una especie de paradigma de dicha ciencia; sus desarrollos son portentosos, basta recordar la trayectoria de la relatividad y la mecánica cuántica, que han sido apuntaladas empíricamente por un cúmulo de resultados y sus alcances son por ello reconocidos.

Pero: ¿qué podríamos decir sobre las teorías de la gran unificación o la teoría de las supercuerdas? Si anteriormente se entendía que las ciencias estudian el *fenómeno* y la filosofía el *noúmeno*, recientes investigaciones, sobre todo relacionadas con la matemática, han llevado a investigadores a considerar que la ciencia, desde su enfoque físico-matemático, corresponde a la *verdadera* forma de conocer el noúmeno y el fenómeno. Si se considera que la matemática es pensamiento puro, como algunas posturas epistemológicas lo han hecho notar, teorías como la de supercuerdas ofrecen una excelente muestra del estado de la ciencia física, de la evolución del conocimiento científico, y para lo que aquí interesa mostrar, dan cuenta del carácter dialéctico, de dialéctica negativa, en la ciencia; pero también, de esas distintas instancias[101] que van implícitas en la actividad del científico, y que poseen a su vez un carácter dinámico, pues la teoría de supercuerdas no concibe a las partículas elementales (electrones, protones, neutrinos o quarks) como lo hace la mecánica cuántica, sino como un "lazo unidimensional"[102]; en palabras de Brian Greene, uno de los estudiosos más notables de esta teoría: "resuelve la incompatibilidad entre la mecánica cuántica y la relatividad general (que, como están actualmente formuladas, no pueden ser ambas ciertas a la vez) ["resolves the incompatibility between quantum mechanics and general relativity (which, as currently formulated, *cannot both be rigth*)"]. Sin embargo, a pesar de lo que dicen sus adherentes, la teoría de supercuerdas tiene un cierto "sentido metafísico", al haber desplazado la autoridad de la teoría el aspecto empírico, pues las escalas

dimensionales a las que se refieren sus resultados hacen imposible por ahora la verificación experimental. Sin embargo, la especulación no se detiene aunque lleguen a "contrariarse" ciertas otras teorías científicas más desarrolladas y verificadas experimentalmente, aunque sin demeritar por supuesto el carácter lógico-racional de éstas. Muchos científicos de gran prestigio no le encuentran sentido a esta teoría, aunque tampoco puedan convencer a sus colegas de que están equivocados; pero es precisamente este tipo de discrepancias lo que hace avanzar a la ciencia. La teoría de supercuerdas es un ejemplo más de la actitud del científico, del papel que la dialéctica juega en la ciencia.

Las grandes ciencias, como los grandes logros del espíritu humano, han de adecuarse a grandes criterios; así, la actitud que el hombre de ciencia asume frente a ciertos desarrollos de su ciencia particular no ha de ser de rechazo cuando ciertos desarrollos se oponen a la lógica y teorías imperantes. Muchas veces diversas disciplinas científicas no han podido desarrollarse hasta que surge el sustento teórico necesario; parafraseando a Maxim Kontsevich[103], el estadio de conocimiento en que nos encontramos con respecto a la teoría de campos topológica es análogo al de un perro al que se quiere enseñar álgebra. Pero no debemos perder de vista que:

> La evolución del conocimiento científico no es sólo de aumento y extensión del saber. También es de transformaciones, de rupturas, de paso de unas teorías a otras. Las teorías científicas son mortales, *y son mortales porque son científicas.* (Morin, 1984: 39)

La ciencia no sólo avanza obedeciendo al deseo de aumentar el conocimiento; en ocasiones ha sucedido que ciertas teorías que alguna vez comandaron las acciones de los científicos, llegaron a "desecharse", y con ellas el conocimiento que aportaron, cuando surgió otra más abarcadora y que planteaba nuevas líneas de investigación que la teoría antigua no permitía; el temporal retroceso o estancamiento a la larga permitió mayores avances sobre un terreno más firma. La comunidad científica termina por *adherirse* así a la nueva teoría. Gracias a este mecanismo puede decirse que el conocimiento científico lleva en sí, de alguna forma, una garantía de su propia validez.

El progreso científico lo entendemos como la eliminación de errores; por algo corresponde a uno de tantos conocimientos que dan cuenta del proceso dialéctico del conocimiento humano, pues:

> Dialectizar el pensamiento significa aumentar la garantía de crear científicamente *fenómenos completos*, de regenerar todas las variables degeneradas o ahogadas que la ciencia, como el pensamiento ingenuo había descuidado en su primer estudio. (Bachelard, 1993: 17)

Más aún:

> El desarrollo del conocimiento científico es inseparable de una tecnología, a su vez unida a una sociedad y a una civilización. La producción de nuevos medios de observación o de experimentación transforma sin cesar las condiciones del conocimiento. Lo real, bien lo sabemos, no es ni será nunca agotado por el espíritu humano y por el conocimiento científico. (Bachelard, 1993: 17)

Si el conocimiento humano ha ido descubriendo, a lo largo de la historia, nuevas realidades, métodos, tecnologías, etc., que han contribuido a su progreso, aquí se ha mostrado que la ciencia es una de tantas formas en que el ser humano comprende la realidad, y que a su vez corresponde a un proceso dialéctico. En este sentido, y en atención a lo que se ha mencionado sobre la relación entre razón y práctica, habría que aclarar que en muchas ciencias: “Las interpretaciones naturales han sido consideradas bien como *presuposiciones a priori* de la ciencia, bien como *prejuicios* que deben eliminarse antes de empezar cualquier examen serio.” (Feyerabend, 2000: 57). Lo anterior tiene relación con el hecho de que al establecer una línea de investigación específica, el científico ha de contar con una teoría, y adecuarse a lo que tiende a llamarse una “lógica” propia. Esto hace que aquéllos que se mueven por determinada ciencia estén en cierta forma *condicionados*, lo cual provoca que sus pautas de investigación sean uniformes y “limitadas”, “parasitando” así de cierta manera el aspecto del desenvolvimiento dialéctico de la empresa científica. Pero ¿qué pasa con esa lógica, sólo hay una o varias lógicas en el accionar científico? Ésta podría parecer una pregunta un tanto trivial, pero analicemos sucintamente su importancia.

Sabemos, desde Aristóteles, que la lógica es esa disciplina que proporciona las reglas específicas para pensar acertadamente sobre ciertas clases de objetos. De acuerdo con esto, diríamos que una "lógica aplicada" es aquélla que resulta ser correspondiente con el objeto físico real, en la medida de que ya se ha hecho una abstracción debida para separar al objeto de otros; es decir, el hombre de ciencia utiliza una lógica general que se ajusta fielmente a la lógica aristotélica, y que toma en cuenta lo que hemos llamado lógica aplicada. Tomando como paradigma la labor de la física contemporánea, resulta obvio que ciertos principios de la lógica aristotélica no se cumplen completamente; uno de ellos es el tan importante "principio de identidad", pues desde la física contemporánea surgen ciertos hechos, ciertos objetos que no se ajustan a tal principio, y llevan a hacer una modificación de algunos valores lógicos tradicionalmente aceptados.

O. L. Reiser[104], en su famoso artículo *Non-Aristotelian Logic and the Crisis in Science*, presenta algunos casos donde la lógica tradicional (aristotélica) no alcanza a cubrir el total espectro que implica aplicarla a la física moderna. Demuestra, considerando la total solidaridad entre la lógica y la experiencia, que hay ciertas antinomias relacionadas con el principio de identidad aristotélico. Tomemos las siguientes premisas:

El electrón es un corpúsculo
El electrón es un fenómeno ondulatorio

Resulta obvio que el sujeto de ambas es el mismo, pero su predicado difiere esencialmente. El punto de vista de la física clásica pone al sujeto antes que los predicados; la física moderna, en cambio, parte de predicados de predicados. O. L. Reiser llega a las siguientes conclusiones:

(1) Los postulados y las principales características de la física newtoniana son una consecuencia necesaria de los postulados y de los principales caracteres de la lógica aristotélica.
(2) La adopción de una física no-newtoniana exige la adopción de una lógica no-aristotélica.

Lo que O. L. Reiser identifica también es una “radicalización” del principio de complementariedad, en relación con los conceptos de onda y partícula, identificando que la negatividad de un concepto no puede considerarse como error; la negatividad de un concepto implica aquí su propia positividad, manteniéndose ambos en estrecha asociación. Es, como Bachelard supuso, una dialéctica del “sí” y del “no”, que implica a su vez una desustancialización del concepto, una dialectización. Por lo que debe darse pauta a una nueva lógica, al abandono del primado de la lógica clásica (aristotélica). Ciertos objetos científicos llegan a tener propiedades que son verificadas por experiencias distintas. Algo similar ocurre en la física cuántica con el principio lógico “del tercero excluído”.

Con lo anterior se puede concluir que: “La física de campos, extensión de la física de la atracción, es por ciertos aspectos una física que realiza una dialéctica de la física de los objetos” (Bachelard, 1993: 98). En este sentido, resulta claro que la física moderna abandona la concepción clásica del objeto como unidad sustancial, puesto que no existe completamente una conexión entre la teoría y la experiencia. Esta última comienza a configurarse con componentes abstractos (de la teoría a la práctica y de nuevo de la práctica a la teoría), lo que muestra la importancia del papel que ha de tener el investigador, por lo que se da pauta a nuevas formas de pensar, de hacer ciencia. “El nuevo objeto científico no existe ya como un objeto en sí, sino que se halla de entrada modificado y construido por la intervención del investigador” (Wunenburger, 2006: 29). Existe por tanto una dialectización de la labor científica. Otra vez, ¿Cómo es la ciencia?: Dialéctica.

IV.2 La Ciencia como Parte del Desarrollo Dialéctico del Conocimiento Humano

La finalidad de la ciencia, y su valor,
son los mismos que los de cualquier
otra rama del conocimiento humano.
Ninguna de ellas por sí sola tiene finalidad
y valor. Sólo las tienen todas a la vez.

Erwin Schrödinger

Si la ciencia corresponde a un proceso dialéctico, y es una actividad humana como el arte y la técnica, es tan sólo una de tantas actividades que dan cuenta del desarrollo dialéctico del conocimiento humano. A su vez, como ya vimos, la ciencia no necesariamente ha de progresar considerando un aumento de conocimiento, sino tratando de eliminar los errores que se le presenten.

El "desenvolvimiento" de la ciencia es sólo un ejemplo de las diversas prácticas humanas, por lo cual está fielmente supeditada a la manera de conducirse del investigador, en cuanto a su modo de actuar y ser dentro de un contexto específico. Es a su vez una de tantas tradiciones a las que los hombres se han apegado a lo largo de la historia, y como tal pretende ser abarcadora y sus logros son de por sí notables, aunque no progrese necesariamente por incluir nuevas verdades en su haber; es perfectible, intentando eliminar el mayor número de errores, a pesar de que no siempre ha sido así. Sería pertinente decir que afirmar que la ciencia es parte del desarrollo dialéctico del conocimiento humano es considerar que la dialéctica constituye un vector del pensamiento de tono polémico; la historia de la ciencia, sus actores y teorías dan cuenta de esto. Desde la perspectiva del enfoque epistemológico adoptado, resulta también relevante decir que:

> Lo que Bachelard llama dialéctica es el movimiento inductivo que reorganiza el saber ensanchando las bases, donde la negación de los conceptos y de los axiomas no es más que un aspecto de su generalización… La dialéctica… designa una conciencia de complementariedad y de coordinación de los conceptos, de la cual la contradicción lógica no es el motor. (Canguilhem, 1968: 129).

La dialéctica en sí es un método racional, que ha tenido distintas acepciones a lo largo de la historia; la concepción que se ha acuñado se adapta a ciertos rasgos de la concepción de Bachelard, sin pretender necesariamente empalmar ambas.

Podría pensarse que un autor que contradice nuestras afirmaciones es Mario Bunge, quien afirma que "el principio fundamental de la dialéctica es que todo es <<contradictorio>>" (Bunge, 2001: 43), y que lo *evidente* de este principio se debería confirmar en la vida y en los fenómenos, pero no es así. En la vida y en los fenómenos a menudo encontramos más colaboración que conflicto, y por eso una visión dialéctica del mundo resulta ser débil como ontología rigurosa; "en suma: la dialéctica exhibe sólo una cara de la moneda, el conflicto, y obstaculiza a su vez la visión de la otra cara, la cooperación" (Bunge, 2001: 44). Basta sólo señalar que él concibe a la dialéctica desde una perspectiva hegeliana, lo que lo separa de nuestra concepción. Independientemente de lo que diga el maestro, y lo que implique considerar a Hegel y Heráclito, se ha podido constatar a lo largo del trabajo que, ateniéndonos al concepto de dialéctica aquí adoptado, la ciencia se puede entender como un proceso dialéctico.[105]

Así, tomemos como ejemplo que en el siglo XX se habló de una crisis y reconstrucción de la filosofía (Bunge, 2001), debido a que muchos principios sobre los que se sostenía ya no llegaban a ofrecer un terreno sólido de desenvolvimiento. Sin embargo, esto no llegó a implicar un estancamiento y abandono del quehacer filosófico, ya que entendemos que el filosofar es una actividad propia de los seres humanos, y no necesariamente se le puede considerar la única disciplina reina del saber, que en otros tiempos dictaba las reglas para elaborar visiones sistemáticas; su crisis, si es que existió tal, estuvo acompañada de la proliferación de la ciencia y la tecnología; es por eso que quizá la ciencia comenzó a convertirse en la "indicada" para dar las respuestas precisas a todo el conjunto de interrogantes que siempre ha tenido el hombre. En este trabajo se ha considerado que la ciencia provee de ciertas referencias y criterios a distintas filosofías y tradiciones. Por esto último, entendámoslo completamente: *la ciencia y la filosofía son actividades humanas, corresponden a distintos enfoques de "cuestionamiento" del mundo, forman parte de ese cúmulo de disciplinas que practica el hombre y que ofrecen un desenvolvimiento preciso de su espíritu, en la búsqueda del conocimiento. La filosofía suele ocuparse de los problemas para los que la ciencia no*

tiene mecanismos de respuesta; si un problema es resoluble en el terreno científico, deja de ser un problema de la filosofía.

De una u otra forma, seguir el trayecto histórico tanto del pensamiento científico como de la filosofía implica reestructurar y observar cómo se han reformado los cuadros racionales[106] existentes, para así dar paso a la aceptación de nuevas realidades; ni el científico ni el filósofo pueden ya considerar que los conceptos, métodos y teorías propios de sus disciplinas son permanentes. Actualmente sería muy difícil aceptar una filosofía y una ciencia que planteen sus principios como inmutables, que consideren sus verdades como totales y completas. La ciencia progresa siguiendo un proceso dialéctico, es una parte del desarrollo dialéctico del conocimiento humano.

RECAPITULACIÓN

— En el capítulo I se establecieron los conceptos básicos que iban a estar presentes a lo largo de toda la tesis, tales como: ciencia; dialéctica; método científico; razón y racionalidad; verdad científica; así como el enfoque epistemológico, en atención a un concepto propio de dialéctica.

— El capítulo II constituyó una revisión sucinta de la historia de la ciencia y de la filosofía de la ciencia, con lo cual se pudieron fundamentar los rasgos principales del concepto de dialéctica: diálogo, autocrítica, carácter evolutivo, aceptación de la contradicción por mor de la contradicción, desvinculación de la dialéctica y la ontología, pues la ciencia constituye una empresa racional que no sólo se enfoca a resolver contradicciones formales, también reales.

— La polémica Lakatos-Feyerabend permitió complementar cómo el sentido de diálogo está presente en la filosofía de la ciencia, siendo la dialéctica una herramienta metodológica, que no necesariamente contribuye a eliminar las contradicciones.

— El capítulo IV se desarrolló alrededor del problema epistemológico sobre la naturaleza del conocimiento científico, en el cual la dialéctica sigue estando presente. Se presentaron varios ejemplos en matemáticas y física que apoyan tal idea. El capítulo concluyó con un conjunto de argumentos que permiten dar sustento a la idea de que la ciencia es como un proceso dialéctico, que corresponde a uno más de los aspectos del espíritu humano en la búsqueda del conocimiento.

CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una línea de investigación epistemológica de carácter primordialmente histórico, en atención a la obra de varios filósofos de la ciencia (Lakatos, Feyerabend, Bachelard y Adorno), encaminada a demostrar cómo es y ha sido la ciencia, no lo que ésta debería ser. Esto ha permitido, a su vez, estructurar argumentos sobre un problema epistemológico: la naturaleza del conocimiento científico.

Como hemos visto, la historia del método científico, las teorías científicas de la ciencia misma, muestran contradicciones y controversias que han sido superadas algunas veces mediante la dialéctica, es decir, la lucha de argumentos "contrarios" o adversativos, y también la autocrítica, el diálogo, la negación de conceptos que se creían bien fundamentados. Pero aún dentro de una misma corriente metodológica se plantea muchas veces esta lucha; por ejemplo, cuando Popper expone la visión dentro del racionalismo crítico de considerar como motor del progreso científico la "lucha entre una teoría y un experimento", o bien como Lakatos lo concibe, la "lucha entre dos teorías y un experimento". Con esto, el carácter dialéctico de estas situaciones es claro; de ahí la importancia que en este trabajo se le ha atribuido a la dialéctica[107].

Más aún, el análisis histórico que se hizo sobre el concepto de ciencia (sección I.1), nos permitió traer a colación distintas concepciones que sobre la ciencia han tenido varios pensadores, con lo cual se pudo comenzar a fundamentar la tesis para:

> *……Entender a la ciencia como un proceso dialéctico, como una más de las actividades humanas, y ver al conocimiento científico como un desarrollo dialéctico del espíritu humano, que implica reformar cuadros racionales y aceptar nuevas realidades.*

Los ejemplos tratados en el capítulo IV permitieron tratar el problema epistemológico sobre la naturaleza del conocimiento científico, por lo que se mostró (en

conjunción con lo tratado en el capítulo II) a su vez, que el espíritu humano ha ido descubriendo, a lo largo de la historia, nuevas realidades, métodos, tecnologías, etc., que han contribuido a su desenvolvimiento en la búsqueda de conocimiento, llegando a mostrar también que la ciencia es una de tantas formas en que el espíritu humano comprende la realidad, y que a su vez corresponde a un proceso dialéctico. Trayendo como consecuencia el hecho de que la actividad en ciencia implica reformar ciertos cuadros racionales y aceptar nuevas realidades.

Además, se pudo también concluir que:

En ciencia se progresa también por eliminación de errores y no necesariamente por aumento de verdades.

Por cierto, la investigación también abarcó parte de los aspectos relacionados con el lenguaje científico, el nivel racional y práctico de la ciencia, así como la actitud que el científico asume frente a su objeto de estudio. Teoría y práctica científicas se encuentran al mismo nivel y forman parte importante del proceso de hacer ciencia; a veces la teoría legitima la práctica, a veces ésta legitima a aquélla, lo cual no implica ni que la ciencia sea irracional, ni que sólo deba ser racional, simplemente el aspecto dialéctico (de autocrítica) juega un papel importante durante el proceso de hacer ciencia.

En la investigación se ha identificado también que los conceptos y teorías científicas tienen un carácter dialéctico, que muchas veces pueden convivir con sus contrarios, y que la contradicción de una teoría o concepto no precisamente es sinónimo de error en ciencia. Ejemplo de esto último fue lo desarrollado en la sección IV.1, donde se observa que un concepto que corresponde a la contradicción de otro adquiere cierta "positividad", y llega a "convivir" con su contrario sin afectar a una teoría o a un ciclo de investigación.

Más aún, sin ser precisamente el eje principal de nuestro trabajo, resulta indispensable señalar que al concebir a la ciencia como una actividad humana, surgen diversos problemas metodológicos y epistemológicos, relacionados fundamentalmente

con el carácter ético, social y cultural de la ciencia, pues es un hecho que ésta corresponde a su vez a uno más de los productos humanos, el cual, como dijera Lakatos:

> *En mi opinión, la ciencia, como tal, no tiene ninguna responsabilidad social.* En mi opinión es la sociedad quien tiene una responsabilidad: la de mantener la tradición científica apolítica e incomprometida y permitir que la ciencia busque la verdad en la forma determinada puramente por su vida interna. Desde luego, los científicos, en cuanto ciudadanos, tienen la responsabilidad, como cualquier otro ciudadano, de velar porque la ciencia sea *aplicada* a fines sociales y políticos correctos. (Lakatos, 1999, 341).

No por nada ya Feyerabend resaltó tales aspectos fundamentales en el contexto de una sociedad tecnificada, más preocupada por desarrollar tecnología que por las implicaciones que ésta y la ciencia misma puedan tener sobre ellos mismos y la sociedad; desde la aplicación directa de ciertos logros científicos en el terreno bélico, surgió un debate importante acerca de la administración y aplicaciones de la ciencia, donde el problema no era ya sólo su legitimación, sino ¿qué usos presentes o futuros se le deben dar a la ciencia? ¿Quién o quiénes son los indicados para juzgar dichas aplicaciones? ¿Los gobiernos, la sociedad o los mismos científicos? Feyerabend nos plantea éstas y otras interrogantes en su libro *La ciencia en una sociedad libre* (1998), donde nos habla incluso de una *ética científica*, y una *psicología científica*, lo cual ya había sido considerado ampliamente por Gastón Bachelard en su libro *La formación del espíritu científico* (2000).

El sentido de diálogo de la dialéctica estuvo ejemplificado en cada uno de los capítulos, sobre todo en los tres primeros, pues se pudo observar cómo en muchas ocasiones un autor, un científico, refuta, contradice o corrige a otro, y a su vez éste puede ser corregido, sin necesariamente implicar esto el abandono de sus ideas o teorías donde éstas sigan siendo fructíferas; otra vez, la ciencia progresa por eliminación de errores no por acumulación de verdades.

Asimismo, al insertar en la concepción de dialéctica ciertos rasgos de la Dialéctica Negativa de Th. W. Adorno, se ha mostrado la consistencia de hacer una

filosofía de la ciencia crítica y polémica, no ortodoxa, como efectivamente ha sido desde hace unas décadas, pues la mayoría de los trabajos y debates giran alrededor de estas actitudes. Con esto último, se deja abierta la posibilidad de nuevas investigaciones relacionadas con dicho problema, en relación no sólo con los pensadores tratados en el presente trabajo; ello requerirá de un amplio tratamiento desde la perspectiva no sólo de la filosofía de la ciencia sino también de una ciencia de la ciencia.

RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS

La ciencia es una empresa hecha por los hombres; por ello es también falible como toda actividad humana. Pretende dar cuenta de la realidad mediante una cierta clase de conocimiento, pero no implica necesariamente que éste sea el único ni el mejor (más efectivo) para explicar las cosas. De esta forma, consideramos que es importante asumirla como cualquier otra actividad humana; que cualquier investigación epistemológica o metodológica ha de estar encaminada a resaltar su naturaleza, como producto de una actividad llevada a cabo por los hombres. Así, a través de la historia han ido surgiendo problemas alrededor de ella, lo cual nos ha llevado a considerar, como Feyerabend, que los problemas fundamentales, y temas de posibles trabajos a futuro, han de ser determinar:

(1) Cuál es su estructura, cómo se construye y evoluciona.

(2) Cuál es su peso específico comparado con el de otras tradiciones y cómo hemos de juzgar sus aplicaciones sociales (incluida, por supuesto, la ciencia política).

Nuestra investigación tuvo la oportunidad de indagar sobre el primero de estos problemas; diversos trabajos futuros podrían centrarse en investigar las implicaciones sociales, éticas y políticas de la ciencia, además de los usos que han de dársele a los productos científicos[108].

Una línea de investigación interesante podría ser el reflexionar sobre la naturaleza del lenguaje científico, tanto semántica como lógicamente, además de vincular dicha investigación con la filosofía analítica anglosajona.

Finalmente, no es posible dejar de lado los problemas metodológicos y epistemológicos relacionados con el caso de las ciencias humanas, pues resulta obvio que el lenguaje, teorías y métodos de éstas poseen rasgos distintos al de las ciencias naturales, las cuales a su vez tienen un carácter nomológico, a diferencia de las ciencias humanas.

BIBLIOGRAFÍA

Abbagnano, Nicola, *Diccionario de filosofía.* F.C.E., México: 1998.

Adorno, Theodor W., *Dialéctica negativa,* Akal/Básica de bolsillo, Madrid: 2005.

—, *Consignas,* Amorrortu editores, Buenos Aires: 2003.

—, *Actualidad de la filosofía,* Paidós, Barcelona: 1991.

Agazzi, E, *El bien, el mal y la ciencia,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

Ayer, A.J. (ed), *El positivismo lógico,* F.C.E., México: 1965.

Bachelard, Gaston, *El compromiso racionalista,* Siglo XXI editores, México: 1998.

—, *La filosofía del no,* Amorrortu editores, Buenos Aires: 1993.

—, *La formación del espíritu científico,* Siglo XXI editores, México: 2000.

—, *El compromiso racionalista,* Siglo XXI editores, México, 1998.

—, *Estudios, A*morrortu editores, Buenos Aires, 2002.

Brown, H. I., *La nueva filosofía de la ciencia,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

Bunch, Bryan H. *Matemática insólita,* Editorial Reverté, México: 1997.

Bunge, Mario, *El problema mente-cerebro,* Ediciones Altaya, Barcelona: 1999.

—, *Intuición y razón,* Tecnos, Madrid: 1996.

—, *Crisis y reconstrucción de la filosofía,* Gedisa, Barcelona: 2001.

—, *Epistemología,* Siglo XXI Editores, México: 2004.

—, *La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía,* Editorial Ariel, Barcelona: 1969.

Canguilhem, Geroges, "Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard" en *Études d'histoire et de philosophie des sciences,* Vrin, Paris: 1968.

Carnap, Rudolf, *La construcción lógica del mundo,* F.C.E., México D.F., 1988.

Cassirer, Ernst, *Kant, vida y doctrina,* F.C.E., Santafé de Bogotá: 1997.

Castrejón, Gilberto y Jiménez, Rolando V., *La dialéctica en el método, **Memorias del 3er Coloquio de Metodología de la Ciencia y de la Investigación para la Educación,*** Cd. Del Carmen, Campeche, 2003.

Castrejón, Gilberto, "Acerca de la racionalidad científica: Feyerabend y los límites de la argumentación", *DIKAIOSYNE,* año VIII, no. 14, junio de 2005, pags. 29-42.

—, *La ciencia como proceso dialéctico,* ***Memorias del Tercer Congreso Internacional de Metodología de la Ciencia y de la Investigación para la Educación,*** Campeche, Campeche, 2007.

Chalmers, Alan F., *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?,* Siglo XXI editores, México, 2001.

Châtelet, François, *Una historia de la razón,* Pre-textos, Valencia: 1997.

—, *Preguntas y réplicas,* F. C. E., México: 1989.

Churchland, Paul M, *Materia y conciencia,* Editorial Gedisa, Barcelona: 1999.

Comte, Auguste, *Curso de filosofía positiva*, Lección 1ª, Ediciones Magisterio Español, Madrid: 1987.

Dewey, John, *La reconstrucción de la filosofía,* Editorial Planeta-De Agostini, Barcelona: 1993.

—, *Lógica: Teoría de la investigación,* F.C.E., México D.F.: 1950.

Estany, Anna (editora), *Filosofía de las ciencias naturales, sociales y matemáticas,* Editorial Trotta, Madrid: 2005.

Ferrater-Mora, José, *Diccionario de filosofía (IV tomos),* Editorial Ariel, Barcelona, 2001.

Feyerabend, Paul K., *Tratado contra el método,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

—, *¿Por qué no Platón?* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

—, *Adiós a la razón,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

—, *Ambigüedad y armonía,* Ediciones Paidós, Madrid: 1999.

—, *Diálogo sobre el método,* Ediciones Cátedra, Madrid: 2000.

—, *Diálogos sobre el conocimiento,* Ediciones Cátedra, Madrid: 1991.

—, *La ciencia en una sociedad libre,* Siglo XXI editores, México: 1998.

—, *Límites de la ciencia,* Ediciones Paidós, Madrid: 1989.

—, *Provocaciones filosóficas,* Editorial Biblioteca Nueva, Madrid, 2003.

Ferrater-Mora, José, *Diccionario de filosofía, cuatro tomos,* Editorial Ariel, Barcelona: 2001.

Foucault, Michel, *Las palabras y las cosas,* Siglo XXI editores, México: 1998.

García, Rolando, *El conocimiento en construcción,* Gedisa editorial, Barcelona: 2000.

García, Rolando *et. al., La epistemología genética y la ciencia contemporánea,* Gedisa editorial, Barcelona: 1997.

Geymonat, Ludovico, *Historia de la filosofía y de la ciencia,* Crítica, Barcelona: 1998.
—, *Límites actuales de la filosofía de la ciencia,* Gedisa editorial, Barcelona: 2002.
Gödel, Kurt, *Obras completas,* Alianza Universidad, Madrid: 1980.
Green, Brian, *El universo elegante,* Crítica/Planeta, Barcelona: 2006.
Haack, S., *Evidencia e investigación,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.
Habermas, Jürgen, *Ciencia y técnica como ideología,* Editorial Tecnos, Madrid: 1996.
Hacking, I., Representar e Intervenir, Paidós, México D.F.: 1996.
—, *The Social Construction of what?,* Cambridge, Hartar University Press: 1999.
Hamburger, Jean, *La filosofía de las ciencias, hoy,* Siglo XXI editores, México: 1989.
Hegel, G.W.F., *Fenomenología del espíritu,* F.C.E., México: 1987.
—, *Enciclopedia de las ciencias filosóficas,* Casa Juan Pablos, México: 2000.
Hempel, Carl G., *Filosofía de la ciencia natural,* Alianza Editorial, Madrid: 2003.
Hilbert, D., Sobre el infinito", versión parcial en apéndice VII a *Fundamentos de la geometría,* CSIC, Madrid: 1991.
Hofstadter, Douglas R., *Gödel, Escher, Bach,* Tusquets editores, Barcelona: 2007.
Horkheimer, Max, *Teoría tradicional y teoría crítica,* Ediciones Paidós, Madrid: 2000.
Horkheimer, Max y Adorno, Theodor W., *Dialéctica de la Ilustración,* Editorial Trotta, Madrid: 2004.
Huisman, Denis y Vergez, André (directores), *Historia de los filósofos,* Tecnos, Madrid: 2001.
Hume, David, *Compendio de un tratado de la naturaleza humana,* Cuadernos Teorema, Valencia: 1977.
Kant, Immanuel, *Crítica de la razón pura,* Editorial Losada, Buenos Aires: 2003.
Kofler, Leo, *Historia y dialéctica,* Amorrortu editores, Buenos Aires: 1993.
Koyré, Alexandre, *Estudios históricos del pensamiento científico,* Siglo XXI editores, México: 1998.
Kuhn, T. S, *La estructura de las revoluciones científicas,* F.C.E. México: 1995.
—, *La revolución copernicana,* Editorial Planeta-De Agostini, Madrid: 1994.
Ladriere, Jean, *El reto de la racionalidad,* Ediciones Sígueme, Salamanca: 1977.
Lakatos, Imre, *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales,* Alianza Editorial, Madrid: 2000.

—, *La metodología de los programas de investigación,* Alianza Universidad, Madrid: 2002.

—, *Matemáticas, ciencia y epistemología,* Alianza Universidad, Madrid: 2002.

Laudan, I., *Science and Relativism. Some Key Controversies in the Philosophy of Science,* Chicago, The University of Chicago Press: 1990.

—, *Beyond Positivism and Relativism. Theory, Method and Evidence,* Boulder, Colorado, Westview Press: 1996.

Lefebvre, Henri, *Lógica formal, lógica dialéctica,* Siglo XXI editores, México: 2006.

Losee, John, *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia,* Alianza Universidad, Madrid: 2000.

—, *Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático,* Alianza Universidad, Madrid: 1978.

Mardones, J.M. y Ursua, N (compiladores). *Filosofía de las ciencias humanas y sociales,* Ediciones Coyoacán, México: 1999.

Moretti, Alberto, "El concepto Tarskiano de verdad" en *Filosofía de la lógica,* Editorial Trotta, Madrid: 2004.

Morin, Edgar, *El Método I. La naturaleza de la naturaleza,* Ediciones Cátedra, Madrid: 2001.

—, *El Método II. La vida de la vida,* Ediciones Cátedra, Madrid: 2001.

—, *El Método III. El conocimiento del conocimiento,* Ediciones Cátedra, Madrid: 2001.

—, *Ciencia con consciencia,* Anthropos, Barcelona: 1984.

Nicolás, J. A. y Frápolli, M. J., *Teorías de la verdad en el siglo XX,* Tecnos, Madrid: 1999.

Olivé, León (compilador), *Racionalidad,* Siglo XXI editores, México: 1988.

—, *El Bien, el Mal y la Razón. Facetas de la ciencia y la tecnología,* México, Paidós/UNAM: 2000.

Pérez-Tamayo, Ruy, *¿Existe el método científico?,* CONACYT, México: 2000.

—, *La estructura de la ciencia,* F.C.E., México, 2008.

Piaget, Jean, *Las formas elementales de la dialéctica,* Gedisa editorial, Barcelona: 2002.

—, *Biología y conocimiento,* Siglo XXI editores, México: 2004.

—, *La equilibración de las estructuras cognoscitivas,* Siglo XXI editores, México: 2004.

Piaget, Jean y García, Rolando, *Psicogénesis e historia de la ciencia,* Siglo XXI editores, México: 2004.

Platón, *Diálogos,* Editorial Gredos, México: 2000.

Poincaré, Henri, *Filosofía de la ciencia,* CONACYT, México: 1984.

Popper, K. R., *La lógica de la investigación científica,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

—, *Los dos problemas fundamentales de la epistemología,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

—, *Realismo y el objetivo de la ciencia,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

—, *Búsqueda sin término,* Tecnos, Madrid: 1985.

Prior-Olmos, Ángel, *Nuevos métodos en ciencias humanas,* Anthropos, Barcelona: 2002.

Putman, Hilary, *Sentido, sin sentido y los sentidos*, Paidós, Barcelona: 2000.

Quine, W.V., *Filosofía de la lógica,* Alianza Universidad, Madrid: 1973.

—, *Acerca del conocimiento científico y otros dogmas*, Ediciones Paidós, Barcelona: 2001.

Reale, Giovanni y Antiseri, Dario, *Historia del pensamiento filosófico y científico, tomos I, II y III,* Editorial Herder, Barcelona: 1991.

Reiser, O. L., "Non-Aristotelian Logic and the Crisis in Science", en *Scientia,* vol. 3.

Rescher, N., *Los límites de la ciencia,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

Rivadulla, S., *Filosofía actual de la ciencia,* Editorial Tecnos, Madrid: 2000.

Rorty, Richard, *La filosofía y el espejo de la naturaleza,* Ediciones Cátedra, Madrid: 2001.

—, *Filosofía y futuro,* Gedisa, Barcelona: 2002.

Rosenblueth, Arturo, *Mente y cerebro, El método científico,* Siglo XXI editores, México: 1994.

Sabor, Philippe, *Para leer las palabras y las cosas de Michel Foucault,* Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires: 2006.

Sartre, Jean-Paul, *Crítica de la razón dialéctica I y II*, Losada, Buenos Aires: 2004.

Sellars, W., *Ciencia, percepción y realidad,* Editorial Tecnos, Madrid: 1999.

Serle, John, *Mentes, cerebros y ciencia,* Ediciones Cátedra, Madrid: 2001.

Silverman, Hugo J. *et. al., Piaget, la filosofía y las ciencias humanas,* F.C.E., México: 1993.

Smart, J. J., *Entre ciencia y filosofía,* Editorial Tecnos, Madrid: 1999.

Tarski, Alfred, "The semantic conception of truth and the foundations of semantics", *Philosophy and Research*, vol. 4.

Vadée, Michael, *Bachelard o el nuevo idealismo epistemológico,* Pre-textos, Valencia, 1977.

Wellmer, Albrecht, "Razón, utopía y la dialéctica de la ilustración" en *Habermas y la Modernidad,* Cátedra, Madrid: 1999.

Whitehead, A.N., *La función de la razón*, Ediciones Altaya, Barcelona: 1999.

Wittgenstein, Ludwig, *Tratactus Lógico-Philosophicus*, Alianza Universidad, Madrid: 1991.

Wunenburger, Jean-Jacques (coord.), *Bachelard y la epistemología francesa*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires: 2006.

Zeleny, Jindrich, *Dialéctica y conocimiento,* Ediciones Cátedra, Madrid: 2000.

NOTAS

Capítulo I

[1] En primera instancia, por saberes se ha de entender un conjunto de conocimientos en general, los cuales están de cierta forma garantizados y legitimados porque poseen cierto <<grado de verdad.>>.

[2] Cabe mencionar que en el siglo XIX, los axiomas de Euclides, que habían sido parte medular de la geometría, mostraron su "ineficacia" con respecto a la naturaleza del espacio donde se intentaran aplicar, identificando un cierto carácter convencional de los axiomas matemáticos, caso claro de esto es el surgimiento de la geometría no euclidiana.

[3] Desde el siglo XX, es de uso común el término epistemología para referirse a la teoría del conocimiento, en la tradición anglosajona dicho concepto denota la teoría del conocimiento científico, y más ampliamente: la filosofía de la ciencia, cuando no se diga lo contrario, nosotros usaremos el término epistemología en relación con la teoría del conocimiento científico, y escuela epistemológica como una corriente más dentro de la filosofía de la ciencia.

[4] Existen dos elementos esenciales insertos en el concepto tradicional o "clásico" de la ciencia: la razón y la experiencia.

[5] Ejemplos de este tipo de ciencias: física, química, biología.

[6] Una ciencia es nomológica cuando establece leyes de carácter general.

[7] Me refiero propiamente a las ciencias humanas: sociología, historia, antropología, etnología, psicología...

[8] En principio, a partir del auge de la formalización matemática de ciencias como la física, la química o la biología, las polémicas sobre la relación entre teoría y práctica se han diversificado. Con las hipótesis *ad hoc*, por ejemplo, puede pensarse que la teoría guía la práctica, y los hechos en ciencia ya no sólo se refieren a la experiencia, aún y a pesar de que a tales hipótesis se les exija verificarse.

[9] Para Ruy Pérez Tamayo (Pérez-Tamayo, 2008), el principal debate es el que llevan a cabo constructivistas y partidarios del concepto "clásico" de la ciencia.

[10] Para una noción más amplia de esto, se pueden consultar algunos diálogos platónicos, tales como "La apología de Sócrates", "El Fedón", "Teetetes", etc.

[11] Kant habría de hacer esta distinción en su obra cumbre *Crítica de la razón pura*. En el capítulo II se comentan sus ideas.

[12] Autores como Popper han pretendido dar una respuesta a la crítica de Hume, puesto que este último identificó que aceptar el principio de inducción sería afirmar una uniformidad implícita en la naturaleza. Sin embargo, Popper no resolvió precisamente el problema planteado por Hume, puesto que para Popper, resolver el problema de Hume implicaría desligar la inducción de la ciencia. Cabe señalar que muchos científicos y filósofos de la ciencia han defendido la inducción, algunos de ellos verdaderas eminencias: Galileo, Newton, Leibniz, Locke, Herschel, Mill, Comte, Mach, Poincaré, Carnap… Podría decirse que estos autores, salvo con algunas reservas, conciben a la ciencia desde el punto de vista tradicional o "clásico".

[13] Digo “tintes ortodoxos” en el sentido de las concepciones tradicionales sobre la ciencia, en atención a un sentido únicamente empirista y metodológico de ésta.

[14] Las ideas de Kuhn habrán de desarrollarse con más detalle en el capítulo II.

[15] Las ideas de Feyerabend no se han de aceptar “ciegamente”, sino sólo algunos de sus análisis y enfoques críticos, vinculados con los aspectos metodológicos y epistemológicos de la presente tesis.

[16] Existe una postura relativista relevante acuñada por R.N. Giere en su texto: *Scientific Perspectivism.* En esta obra, el autor llama a su relativismo: *naturalismo,* porque se opone a todos los conceptos sobrenaturales y trascendentales, así como a aquéllos que pueden considerarse *a priori*, en ciencia. De manera compacta, Giere caracteriza su perspectivismo científico de la siguiente forma: “En el lenguaje común, una perspectiva es frecuentemente un punto de vista, en el sentido de que, en cualquier tema, distintas gentes pueden tener diferentes puntos de vista. Esta comprensión es generalmente inocua en la vida diaria, pero puede exagerarse hasta extremos absurdos al considerar a todas las perspectivas como de igual valor. En las ‘guerras de la ciencia’ los objetivistas científicos adjudican tal postura a sus enemigos, con lo que transforman al término perspectiva en una palabra obscena. Por lo tanto, aclaro desde ahora que el perspectivismo científico no degenera en un relativismo torpe… Un mejor punto de partida es la idea de ver objetos o escenas desde distintos sitios, lo que resulta en diferentes perspectivas visuales de tales objetos o escenas…”

[17] No es menester desarrollar aquí dicho debate, sólo se menciona porque apoya y solidifica alguno de los puntos relevantes de la presente tesis.

[18] En principio en su acepción platónica. Ver la parte 1.2.

[19] Ver la parte 1.2. Dialéctica, donde se podrá aclarar con más detalle el sentido epistemológico de esta afirmación. Para un mayor desarrollo de las características del concepto de dialéctica que se ha de adoptar, así como de estos juicios véase: Theodor W. Adorno, *Dialéctica negativa*, Akal, Madrid, 2005.

[20] A lo largo de todo el trabajo, se entiende “espíritu humano” en el sentido de las concepciones filosóficas modernas y contemporáneas, es decir, como *alma racional* o *entendimiento.* Véase por ejemplo: Nicola Abbagnano, *Diccionario de filosofía*, F.C.E., México, 1998.

[21] Cabe señalar que de la concepción platónica de dialéctica sólo se ha de tomar el carácter de diálogo, lo cual se verá en parte ejemplificado en los capítulos II y III, tanto en el aspecto histórico de la ciencia, como en la polémica Lakatos-Feyerabend, en el seno de la filosofía de la ciencia, respectivamente.

[22] Esta segunda concepción de dialéctica tiene poca trascendencia para la tesis, pues a pesar de que se entiende a ésta como un procedimiento racional, no se considera necesariamente que ha de partir de premisas probables, ni que está fundamentada, como en Kant, en principios subjetivos.

[23] Desde esta concepción: no se ha de entender a la dialéctica como una lógica, sino como un proceso, no ha de ser sólo un razonamiento, sino precisamente un proceso de crítica que señala la diferencia, no la contradicción. Lo que en parte se apega a la concepción de dialéctica que se ha de acuñar en la presente tesis.

[24] Creer que la naturaleza del pensamiento es dialéctica en el sentido hegeliano, implica aceptar que éste corresponde a la síntesis de los opuestos, y que en él mismo existen la identidad y la no-identidad como sustantivos, sin embargo, en la síntesis se suprime el concepto, y el ente no es tal sólo a través del concepto, así, se niega a su vez la no-identidad en pos de la identidad, cayendo en ideología. La dialéctica

de Hegel plantea la identidad entre el espíritu y la naturaleza, entre razón y realidad, constituye un idealismo, lo que en la óptica de Adorno sería una filosofía tradicional. “El defecto del pensamiento tradicional consiste en tomar a la identidad por su objetivo.” Véase: Theodor W. Adorno, *Dialéctica negativa,* Akal, Madrid, 2005.

[25] Véase *Diccionario de Filosofía* de Nicola Abbagnano, F.C.E., México, 1998.

[26] En la tradición hegeliana, existen diversas concepciones derivadas de ésta, las más importantes corresponden al “Materialismo dialéctico” y a la contenida en la obra *Crítica de la razón dialéctica,* de Jean-Paul Sartre.

Marx y Engels atacarían el carácter idealista que la noción hegeliana conlleva, en el sentido de darle un paso de la abstracción a la realidad, de aquella *tabula rasa* de la conciencia al mundo real y a la historia, basta concebirla como síntesis de los opuestos, pero de esos opuestos que la naturaleza misma hace en su devenir, y no aquella síntesis que el pensamiento le imprime a la naturaleza, porque para Engels las leyes de la dialéctica pueden identificarse en la abstracción de la historia de la naturaleza y de la historia de la sociedad humana (materialismo dialéctico).

Sartre ha tomado el sentido primicio de la concepción hegeliana de dialéctica (unidad de los opuestos), en su *Crítica de la razón dialéctica*, concibiéndola como una actividad totalizadora, oponiendo la razón analítica (descomposición abstracta) a la razón dialéctica (que aprehende en sus determinaciones múltiples las totalidades en devenir).

[27] En atención a lo dicho anteriormente, estamos de acuerdo con Bunge en que no es posible concebir una ontología dialéctica.

[28] De este hecho dan cuenta múltiples hallazgos en la ciencia del siglo XX, sobre todo las que se han dado en llamar “ciencias de la complejidad”, que sin echar por la borda el carácter racional de la ciencia y sus procedimientos, sí marcan un nuevo paradigma sobre lo que ha de entenderse como objeto de estudio y diversos conceptos científicos.

[29] Si es producto de la razón esto no quiere decir que sea precisamente su esencia, sino más bien uno de sus caracteres, que surgen cuando éste intenta comprender la realidad. La dialéctica entendida en la presente tesis se separa de la dialéctica hegeliana.

[30] Parte de esta crítica ha de retomarse en la sección IV.1.2, donde se analiza un ejemplo en física que corresponde a una crítica del principio de identidad.

[31] Trad. Gaston Bachelard, *La filosofía del no,* Amorrortu editores, Buenos Aires, 1993.

[32] Cabe señalar que se adoptan ciertas ideas de Bachelard, pero no precisamente su concepción de dialéctica, puesto que existen diversas maneras en que Bachelard concibe a la dialéctica. El enfoque epistemológico lo proporciona el concepto de dialéctica negativa de Adorno.

[33] Habría que desligar dicha afirmación de cualquier idea reduccionista, pues no se pretende esto en la presente tesis, basta señalar que se considera que todo concepto, proposición y teoría científicos no se abandonan, aunque algunas veces éstos estén en contradicción con unos nuevos.

[34] El que está vinculado a Platón.

[35] Al hablar de método científico nos estamos refiriendo, en primera instancia, al método propio de las ciencias naturales, el método de las ciencias humanas resulta tener rasgos diferentes, y es muy específico, dependiendo de la ciencia de que se trate.

[36] Esta caracterización se apega a una postura ortodoxa o "clásica", que acepta una racionalidad específica dentro de la ciencia, y que afirma que la Razón ha sido aquella que ha hecho avanzar a la ciencia.

[37] Aquí es menester señalar que el concepto de dialéctica, tomado de la obra de Adorno, se aplica fielmente, es decir, en la historia de la ciencia el carácter de diálogo es inherente, pero también la autocrítica, la negación de conceptos.

[38] En este sentido, según Armando Cíntora [*Los presupuestos irracionales de la racionalidad*, Anthropos, Barcelona, 2005] existen dos problemas fundamentales, que podrían considerarse clásicos, acerca de la racionalidad, uno de ellos vinculado a la racionalidad científica, tales son:

(a) La racionalidad científica ¿es racional?

(b) A su vez: ¿es racional la racionalidad?

Tratar de dar respuesta a ambos implicaría, de una u otra forma, recurrir a ciertas suposiciones y/o principios de carácter dogmático, con lo que se identifica que la justificación racional de cualquier tipo de racionalidad posee cierta circularidad, que implica a su vez regresiones al infinito. La postura que se ha de asumir en la presente tesis, no está basada necesariamente en una postura dogmática, la nuestra es en cierta forma una postura "más relajada", puesto que al incluir, por ejemplo, tesis e ideas de Feyerabend, se da por hecho que se propugna por aceptar ciertos tintes "irracionales" en el actuar científico, sin por ello negar lo racional del actuar científico, que tradicionalmente se ve reflejado en las metodologías que la ciencia ha mantenido a lo largo de la historia. El método dialéctico es uno más de los métodos racionales que han posibilitado el progreso y la evolución de la ciencia.

[39] Dicha problemática está vinculada al problema de la naturaleza, alcances y fundamentos de la razón. La *Crítica de la razón pura* de Kant es una obra importante que trata ampliamente estos problemas.

[40] Parménides es considerado un filósofo del ser en el que el devenir se ha extinguido, es decir, su pensamiento tiende hacia el Ser absoluto, por algo su filosofía deviene teología, y su concepto de unidad plantea el problema del conocimiento desde la perspectiva de verdad como adecuación. Véase por ejemplo: Werner Jaeger, *La teología de los primeros filósofos griegos*, trad. José Gaos, F.C.E., México: 1992.

[41] *Cfr*. con Jean Ladriere, *El reto de la racionalidad*. Pueden consultarse también las obras de Heidegger (*Ser y tiempo)* o Kant (*Crítica de la razón pura*).

[42] En el siguiente apartado, se tendrá oportunidad de discutir sobre el concepto de verdad, en concreto sobre verdad científica.

[43] Cabe señalar aquí que el concepto de razón, inicialmente fue tratado desde el ámbito filosófico. Mas su manera de conceptualizarla tuvo un paso decisivo cuando, de ser considerada como una determinación conceptual de la realidad (sentido cosmológico, que tuvo su inicio en los griegos, pero que con filósofos como Heráclito e incluso Descartes, adquiriría otra connotación), ha sido posteriormente "antropologizada", al considerarla como una facultad humana. Véase por el ejemplo el artículo "Razón/Racionalidad" en *Compendio de epistemología*, Jacobo Muñoz y Julián Valverde eds., Editorial Trotta, Madrid, 2000.

[44] Lo que finalmente Armando Cíntora muestra en su obra *Los presupuestos irracionales de la racionalidad*, es que la racionalidad científica requiere de presupuestos metodológicos y axiológicos no racionales, puesto que de una u otra forma, para fundamentar lo racional de la racionalidad científica es

necesario recurrir a dichos presupuestos, evitando así las circularidades y las regresiones al infinito. Parte de las premisas insertas en la presente tesis, con respecto a la racionalidad y el actuar científicos, se apegan a lo que Cíntora ha mostrado. Basta precisamente identificar que desde la óptica de Feyerabend las relaciones entre razón y práctica no pueden extensivamente fundamentarse racionalmente.

[45] Desde la concepción de ciencia que se ha adaptado en la presente investigación.

[46] La racionalidad científica sólo es uno más de los tipos de racionalidad, no es, en última instancia, el modelo por antonomasia.

[47] *Cfr.* "Las ciencias no poseen una estructura común, no hay elementos que se den en toda investigación científica y que no aparezcan en otros dominios. Ocasionalmente, desarrollos concretos tienen rasgos distintos y por ello, en ciertas circunstancias, podemos decir por qué y cómo han conducido tales rasgos al éxito." (Feyerabend, 1996: 20)

[48] Lo que implica problemas de autorrefencia; lo que muestra el análisis histórico de la ciencia es que hasta las ciencias más formalmente fundamentadas como la matemática, poseen problemas centrales de autorrefencia. Véase el capítulo IV.

[49] *Cfr.* "No es que esta filosofía niegue cualquier cosa, en cualquier momento y de cualquier manera. Es solamente en determinadas articulaciones, bien definidas, cuando da origen al movimiento inductivo que la caracteriza y que determina una reorganización del saber sobre una base más amplia. Nada tiene que ver tampoco la filosofía del no con una dialéctica *a priori.* Y, en particular, no puede prácticamente movilizarse en torno a dialécticas hegelianas." En Gaston Bachelard, *La filosofía del no,* Amorrortu editores, Buenos Aires, 1993. Sólo se está planteando el hecho de que la noción de dialéctica, así como la filosofía implícita en la tesis, no tienen que ver ni con un carácter dialéctico, ni con una filosofía idealista, respectivamente, acaso se propugna una <<dialéctica de la ciencia>>.

[50] No entiéndase regularidad como análogo a continuidad, pues de una u otra forma, se acepta que hay "rupturas epistemológicas" en ciencia, que marcan su discontinuidad.

Capítulo II

[51] Parte del contenido de éste y el posterior capítulo ha sido tomado de: Gilberto Castrejón y Rolando V. Jiménez, *La dialéctica en el método,* memorias del ***3er Coloquio Nacional de Metodología de la Ciencia y la Investigación para la Educación,*** cd. Del Carmen, Campeche, enero de 2003; también de: Gilberto Castrejón, "Acerca de la racionalidad científica: Feyerabend y los límites de la argumentación", *DIKAIOSYNE,* año VIII, no. 14, junio de 2005, pags. 29-42.

[52] Dicha razón especulativa en ciencia muestra cómo ésta ha de "moverse", es decir ser "dinámica".

[53] En un sentido más básico, la dialéctica se entiende aquí como un método de razonamiento, mediante la discusión de un concepto por varios interlocutores, es decir, una especie de procedimiento de análisis y síntesis, donde se avanza sucesivamente hasta llegar a un consenso. Debido a que corresponde a un concepto medular en el presente trabajo, es recomendable consultar el capítulo I, donde se describen minuciosamente las distintas concepciones filosóficas e históricas sobre la dialéctica, y se establece la propia.

[54] Se ha de entender aquí como observable aquel conocimiento científico derivado del uso mero de la razón.

[55] Aquí se muestra un ejemplo de cómo los científicos tienden a orientar su labor en relación con ciertas ideas dominantes, lo que incluso tiene que ver cono la <<historia externa>> de Lakatos, y cómo ciertos factores influyen en la labor de los hombres de ciencia.

[56] Modo característico de conducirse del científico.

[57] Sentido dialéctico en relación con el método científico.

[58] Este hecho, ilustra y justifica el carácter dialéctico de la ciencia, pues el copernicanismo constituye una "ruptura epistemológica", en el sentido de Bachelard, aunque también muestra cómo en ciencia existe la utocrítica, a pesar de que la actitud de Copérnico no haya sido la de refutar necesariamente la teoría de Tolomeo.

[59] Se entiende por interpretaciones naturales aquellos presupuestos *a priori* en ciencia, incluso cierto tipo de prejuicios del investigador, que han de ser eliminados durante el desarrollo de un investigación.

[60] Basta revisar los debates que Galileo llevó a cabo con respecto a la caída libre de los cuerpos, o el efecto de las mareas, con respecto a la hipótesis del movimiento de la Tierra.

[61] Esta idea se desarrolla ampliamente en la *Meditación III.*

[62] *Cfr.* con Paul K. Feyerabend, *Contra el método,* Tecnos, Madrid: 2000.

[63] Habría que señalar la importancia de la crítica de Hume al inductivismo, aunque desarrollar en detalle sus tesis rebasa los alcances del presente trabajo, más adelante tendremos oportunidad de comentar al respecto ciertas ideas de Hume.

[64] John Locke, *Ensayo Sobre el Entendimiento Humano,* Editorial Porrúa, México: 2006. (Poner otra edición)

[65] David Hume, *Compendio de un tratado de la naturaleza humana,* Cuadernos Teorema, Valencia: 1977.

[66] Habría que aclarar aquí que fue Kant quien caracterizó al deísmo como teología trascendental, pues sólo es posible el conocimiento de Dios mediante el uso de la razón pura, por medio de conceptos trascendentales.

[67] Aquello que está más allá de lo sensible, lo que se podría llamar "objeto de la metafísica".

[68] Una condición de carácter epistémico está referida a las condiciones por las que puede darse un cierto conocimiento, ya sean éstas tanto externas (ambiente, medios, etc.) como internas (psíquicas).

[69] Esta caracterización resulta ser un tanto parcial, pues resulta obvio que se ha tenido que dejar de lado la obra de pensadores tan importantes como Poincaré, Nagel, Duhem, Campbel, lHempel, Hesse, etc., cuya obra también ha aportado al debate de la ciencia, sin embargo, la mayoría de los que se tratan resultan ser de los más representativos.

[70] Parte de esto ya fue llevado a cabo desde el capítulo I, sobre todo en la sección I.1 Ciencia, donde se desarrollan ideas sobre la ciencia de diversos filósofos de la ciencia.

[71] Puede consultarse este concepto desarrollado ampliamente en el capítulo I.

[72] Tomado de la filosofía aristotélica, una causa primera es aquella causa que no está precedida por ninguna otra, la que sólo se basta a sí misma. Una causa final es el fin para el cual una cosa u objeto existen.

[73] Cabe resaltar la notable influencia de Wittgenstein, aunque no formara parte precisamente del Círculo de Viena.

[74] Sólo habría que comparar el método de las ciencias humanas con el de las ciencias de la naturaleza.

[75] *Cfr.* con "Obsérvese que propongo la falsabilidad como criterio de demarcación, pero *no de sentido.*"

[76] Karl R. Popper, *Búsqueda sin término,* Tecnos, Madrid: 1985.

[77] Véase sobre este punto el capítulo I, en especial la sección I.1, donde se identifican las distintas corrientes y/o debates contemporáneos sobre la concepción de la ciencia.

[78] *Cfr.* con "Se puede señalar que la heurística positiva y negativa suministran una definición primaria e implícita del <<marco conceptual>> (y por tanto del lenguaje). El reconocimiento de que la historia de la ciencia es la historia de los programas de investigación en lugar de ser la historia de las teorías, puede por ello entenderse como una defensa parcial del punto de vista según el cual la historia de la ciencia es la historia de los marcos conceptuales o de los lenguajes científicos." (Lakatos, 2002)

Capítulo III

[79] Imre Lakatos, *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales,* Alianza Editorial, Madrid: 1993, pag. 65.

[80] Para Lakatos la física de Newton representa un programa de investigación, la teoría de la relatividad de Einstein otro programa más. Aquellos programas de investigación rivales serían los que, a la par de que predicen hechos nuevos, entre sí se pueden encontrar ciertas contradicciones, tanto de fundamento como de sus respectivos alcances.

[81] Steve Fuller, *Paul Feyerabend (1924-1994) una apreciación,* ver http://www.warwick.ac.uk/~sysdt/Index.html

[82] Cabe aclarar aquí que Lakatos entiende a la historia externa de la ciencia como el conjunto de factores que contribuyeron a determinado hecho científico, no precisamente al factor meramente humano.

[83] Nos referimos a las reglas y teorías imperantes en una comunidad científica de cierta época histórica.

[84] Paul K. Feyerabend, "An Attempt at Realistic Interpretation of Experience", *Proc. Arist. Soc. 58* (1958), 160-62.

Capítulo IV

[85] Una versión de este trabajo fue presentada en el ***Tercer Congreso Internacional de Metodología de la Ciencia y de la Investigación para la Educación,*** que se realizó del 20 al 23 de marzo de 2007, en Campeche, Campeche, México.

[86] Puede consultarse el capítulo II, donde el análisis histórico llevado a cabo da cuenta de esto.

[87] Ver capítulo I, sección I.6.

[88] Se entiende que un sistema formal *S* es incompleto si y sólo si hay alguna sentencia φ, tal que ni φ ni no-φ son deducibles a partir de *S.* Con lo anterior se concluye que todo sistema formal incompleto no ofrece la posibilidad de resolver o demostrar la sentencia φ, esto es: existen problemas indecidibles en *S.*

[89] Cabe señalar que la tendencia axiomática de la matemática, tradicionalmente se ha considerado como condición necesaria, sin embargo, desde una cierta perspectiva epistemológica, a partir del siglo XX se ha identificado que tanto la metodología axiomática y la definición, forman una herramienta de caracterización de los objetos matemáticos, así como resultan ser auxiliares en la caracterización de estructuras y teorías.

[90] El programa de Hilbert considera a la lógica en dos sentidos: como lenguaje pasigráfico, es decir, que ayuda a caracterizar y definir objetos y; como un lenguaje formal más. Lo que lleva a aceptar que la fundamentación de la matemática no reside en la lógica, como en el programa de *Principia Matemática.*

[91] Un sistema formal *S* es consistente si para ninguna sentencia φ ocurre que tanto φ como no-φ pueden deducirse de *S.* A su vez, un sistema formal *S* será inconsistente si y sólo si toda sentencia φ del lenguaje formal de *S* es deducible en *S*, es decir, tanto φ como no-φ son deducibles en *S.*

[92] *Principia Mathematica* es una lógica de tipos, la cual distingue variables para cada tipo.

[93] Un número de Gödel corresponde a una cantidad asignada a un enunciado o proposición dentro de un lenguaje formal, por lo que a su vez, si ha de construirse un lenguaje formal, cada signo utilizado tendrá su propio número. Ejemplo:

Signo	Significado	Número
~	Negación	1
∧	Conjunción	2
∨	Disyunción	3
(	Signo de puntuación	4
)	Signo de puntuación	5
=	Igualdad	6
X	Variable	7
Y	Variable	8
z	Variable	9
→	Implicación	10
E	Si ….existe	11

Por lo que el enunciado “Si X existe o Y existe implica z igual a X y Y”, que puede ser simbolizado como

$$(EX \vee EY) \rightarrow z=(X \wedge Y)$$

con lo que los números, en orden respectivo, correspondientes a cada símbolo son:

4, 11,7,3,11,8,5,10,9,6,4,7,2,8,5

finalmente, se obtiene el *número de Gödel* del enunciado al tomar los primeros números primos como base y los números anteriores como exponentes, respectivamente, de la forma:

$$2^{4} \cdot 3^{11} \cdot 5^{7} \cdot 7^{3} \cdot 11^{11} \cdot 13^{8} \cdot 17^{5} \cdot 19^{10} \cdot 23^{9} \cdot 29^{6} \cdot 31^{4} \cdot 33^{7} \cdot 35^{2} \cdot 37^{8} \cdot 39^{5}$$

[93] Whithead y Russell, en *Principia Mathematica*, refirieron este concepto a las antinomias lógicas, en el sentido de cómo un concepto, nombre o proposición pueden aplicarse a sí mismos, de aquí que surjan relaciones de un término consigo mismo. El problema epistemológico, entre otros, presente en los trabajos de Gödel, corresponde a que se ha demostrado la inconsistencia de la matemática desde la matemática misma, lo cual representa una posible antinomia, dentro de una ciencia tan consistente.

[94] Whithead y Russell, en *Principia Mathematica*, refirieron este concepto a las antinomias lógicas, en el sentido de cómo un concepto, nombre o proposición pueden aplicarse a sí mismos, de aquí que surjan relaciones de un término consigo mismo. El problema epistemológico, entre otros, presente en los trabajos de Gödel, corresponde a que se ha demostrado la inconsistencia de la matemática desde la matemática misma, lo cual representa una posible antinomia, dentro de una ciencia tan consistente.

[95] Ciertos aspectos de esta lógica se habrán de tratar en el siguiente apartado.

[96] H. Weyl, “Obituary: David Hilbert 1862-1943” en *Gesammelte Abhandlungen*, Springer, Berlin: 1968, vol. 4, pag. 126.

[97] Véase por ejemplo la obra *La matemática y el problema de su historia* de Javier Lorenzo, Tecnos, Madrid: 1977.

[98] En el Capítulo II se tuvo la oportunidad de desarrollar ampliamente esta idea.

[99] Ver este concepto, desarrollado en el capítulo I.

[100] Ver la sección 1.5 del capítulo I, sobre todo los incisos (1) y (3).

[101] Nos referimos al Método o métodos de la ciencia, a diversos conceptos propios de ésta, tales como: verdad científica.

[102] La teoría de supercuerdas, crea nuevos conceptos, nuevas formas de concebir a la materia, la realidad, el tiempo, etc.

[103] Maxim Kontsevich es uno de los más importantes matemáticos contemporáneos, nacido en 1964 en Chimki, Rusia, ganó en 1998 la Medalla Fields.

[104] Decir quién fue O. L. Reiser

[105] Puede consultarse la parte 1.2 del capítulo I, donde se desarrolla el concepto de dialéctica al cual nos apegamos.

[106] Ya en el Capítulo I se tuvo la oportunidad de distinguir entre razón y racionalidad (sección I.4), por lo que al hablar de “cuadros racionales”, nos estamos refiriendo a tipos de racionalidad.

[107] Basta aclarar que cuando hablamos de dialéctica nos referimos al concepto que acuñamos en el capítulo I.

[108] Estos temas fueron ya comentados en la última parte de las conclusiones.