

00484  
2  
29

# Problemas básicos para la creación y la producción de la investigación científica

( TOMO I )

**Alfredo E. de la Lama García**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

tesis para obtener el grado:  
Doctor en Sociología  
Facultad de Ciencias Políticas  
y Sociales. UNAM. 1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## INDICE

RECONOCIMIENTOS.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS PARTICULARES.....	12
LOS SUPUESTOS TEORICOS.....	12
METODO.....	20
ADVERTENCIA CONCEPTUAL.....	26
ESQUEMA.....	31
PRIMERA PARTE.                    LA GENESIS	
Introducción.....	31
capítulo 1. Orígenes e influencias de la investigación científica moderna y contemporánea.....	34
1.1 Aparece el primer modelo científico en Europa Occidental.....	34
1.2 La sociedad civil y su proyecto de racionalización.....	45
Notas bibliográficas.....	66
capítulo 2. Del ascenso a la inconsistencia en el modelo mecánico del conocimiento científico.....	71
Notas bibliográficas.....	102
capítulo 3. Nace un nuevo modelo científico.....	106
Notas bibliográficas.....	137
capítulo 4. Algunas consideraciones finales en torno a la historia de la investigación científica.....	141
Notas bibliográficas.....	161
SEGUNDA PARTE.                    EL MARCO TEORICO	
capítulo 1. El compromiso crítico con la investigación científica.....	162
Notas bibliográficas.....	185
capítulo 2. La aptitud metodológica técnica e instrumental.....	189
Notas bibliográficas.....	211
capítulo 3. La transmisión de la información.....	213
Notas bibliográficas.....	227
TERCERA PARTE.                    LA CREATIVIDAD	
capítulo 1. La búsqueda del problema en la investigación.....	232
1.1 El planteamiento del problema.....	247
Notas bibliográficas.....	255
capítulo 2. La hipótesis y su elaboración.....	259
Notas bibliográficas.....	262
capítulo 3. El plan para proceder a investigar.....	286

Notas Bibliográficas.....296

CUARTA PARTE.

LA ACCION.

capítulo 1. Los métodos específicos en la investigación.....	300
1.1 El método documental.....	301
1.2 Los métodos de campo y experimental.....	307
1.3 Los métodos instrumentales.....	311
Notas bibliográficas.....	316
capítulo 2. La función de las disciplinas formales en la investigación científica.....	319
2.1 El papel de la estadística en la investigación.....	328
2.2 Técnicas de muestreo.....	332
Notas bibliográficas.....	337
capítulo 3. El significado de la verificación.....	339
3.1 El proceso de verificar una hipótesis.....	349
Notas bibliográficas.....	361
capítulo 4. Las posibilidades de la verificación experimental en la ciencia.....	365
Notas bibliográficas.....	383

QUINTA PARTE.

LA COMUNICACION.

capítulo 1. Las exigencias de la comunicación científica.....	388
Notas bibliográficas.....	394
capítulo 2. La elaboración del informe científico.....	395
2.1 El trabajo por computadora.....	408
Notas bibliográficas.....	410
CONCLUSIONES.....	412
Notas bibliográfica.....	425
BIBLIOGRAFIA.....	425

## RECONOCIMIENTOS

Aunque uno acaba por reconocer que lo escrito será responsabilidad de uno mismo, deseo destacar las influencias de diferentes personas que en el aprendizaje, la discusión o la charla informal, pero académica, me permitieron tener una idea más completa del trabajo que debía desarrollar. En primera instancia al Dr. Lothar Knauth, que además de iniciarme en el análisis histórico tuvo la fortaleza de leer las primeras versiones y ser el asesor de esta tesis. Al psicólogo Luis Duarte, a quien debo mi "bautizo de fuego" en la investigación y de quien aprendí lo que significa tener una "buena actitud científica". A mis colegas de la academia, con quienes discutí y aprendí mucho, como fueron el Mtro. David Ziman, el físico matemático Alberto García, del cual pude observar el estado febril en que vive un científico que tiene un descubrimiento. Al Dr. Onofre Rojo a quien debo, gracias a su amplia experiencia en el mundo de la ciencia natural y a su sentido de la honestidad científica, el hecho de que no me ocultara las sutiles y, al parecer, incomprensibles ligazones de las auténticas comunidades científicas.

Por lo demás, quisiera compartir con el lector la inquietud y la convicción de la necesidad de agregar a nuestras vidas una nueva concepción de la investigación científica, como un elemento imprescindible para la sobrevivencia de nuestra cultura y civilización en el siglo por venir.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuando se habla de ciencia surge de inmediato en la mente una imagen en extremo estereotipada. Se piensa, por ejemplo, que la actividad científica representa el más alto nivel del pensamiento y que ninguna otra actividad humana se le iguala. Se deduce de ello que cualquier otro trabajo independientemente de su nivel de complejidad, o su demanda de pensamiento creativo le es inferior.

Pero, ¿Es correcto este supuesto? ¿Es el científico un individuo diferente al resto de los hombres en cuanto que persigue valores absolutos, como la "verdad", la "completez", la "unidad", la "axiomatización del conocimiento"? ¿Es cierto que su búsqueda es por comprender la "esencia" de las cosas y del hombre mismo?

Pero estos estereotipos quizás son sólo mitos recogidos de la tradición científica griega, más conservadora, que se han consolidado en torno a una actividad tan humana como la mayoría de los trabajos, en donde la diferencia específica, quizás, consiste en adoptar, en el investigador, un compromiso existencial para tratar de probar si sus conjeturas -creativas o no- coinciden con los procesos observados.

¿No será posible que el científico se parezca mucho más al resto de los hombres, que lo que nos han hecho creer los filósofos y ellos mismos? No nos demos cuenta, quizás, que estos fetiches inhiben al resto de la sociedad y que en las actuales circunstancias, cuando la investigación científica se ha convertido en una demanda urgente para enfrentar los retos técnicos, sociales y económicos de la nación y del mundo a través

de soluciones más objetivas, más racionales, más sistemáticas y generales, nos encontramos con generaciones de estudiantes de Educación Superior y aún profesionales inhibidos metodológicamente para ejercer masivamente el pensamiento y la práctica científica.

Esta necesidad social de integrar a la cultura científica a nuestras vidas ha sido sentida efectivamente, pero las soluciones intentadas, hasta ahora, han sido parciales. Los metodólogos han intentado una primera respuesta, pero no se han percatado que el método científico, entendido como "el proceso lógico para hacer ciencia" no es suficiente para realizar la investigación científica, es apenas una parte del camino, indispensable pero insuficiente.

Es menester también reflexionar sobre los procesos no formalizados de la propia investigación, pensar, por ejemplo, en las condiciones sociales y psicológicas necesarias para identificar un problema e inducir un descubrimiento. Que el análisis requiere de estudios y conocimientos en la problemática tratada y de una férrea disciplina académica, así como el uso diestro de técnicas e instrumentos y no sólo de la voluntad método-lógica del investigador.

Reconocer, en fin, que la comunicación científica no es un simple trámite sintáctico, sino que requiere de un esfuerzo creativo, analítico y discursivo. En suma se requiere imaginar a la investigación científica como un proceso complejo que debería involucrar al individuo decisivamente durante su vida.

Esta nueva imagen del investigador no querría decir que las cosas resultarían más sencillas. Significaría en todo caso que deberíamos dirigir en otras direcciones los esfuerzos para crear una cultura científica.

Sólo así podremos entender porqué el pensamiento del investigador es brillante. La respuesta, quizás se halla en que el pensar y el obrar está dirigido a través de un esfuerzo conciente a un solo objetivo: realizar investigación científica, es decir, descubrir hipótesis de los procesos y probar dichas explicaciones en los hechos. Priorizar nuestro interés en una dirección no es, ni más ni menos, que lo mismo que hace cualquier otra persona en cualquier otro trabajo cuando decide que eso es la parte más importante de su vida.

De lo que se trata, por tanto, es de entender, explicar y tratar de generalizar, el sentido de la búsqueda y los procesos en los que se ve envuelto el científico para tratar de solucionar los problemas que involucra el crear y producir investigación científica.

Por ello el OBJETIVO GENERAL de este estudio fue detectar:

CUALES SON LOS PROBLEMAS BASICOS DEL METODO CIENTIFICO CONTEMPORANEO... que el individuo tiene que resolver para hacer investigación científica.

Como la pregunta-objetivo tenía posibilidades de respuestas excesiva, consideré oportuno dividir el problema en cinco

aspectos que estimé abarcarían las dudas más inquietantes y que se sintetizaron en los siguientes OBJETIVOS PARTICULARES:

- 1.- ¿CUALES HAN SIDO LAS FORMAS DE APROPIACION CONCEPTUAL QUE HA EJERCIDO EL HOMBRE SOBRE LA NATURALEZA Y LA SOCIEDAD, PARA ENTENDERLA Y TRANSFORMARLA, EN EUROPA OCCIDENTAL Y QUE PERMITIERON LA CREACION DEL ACTUAL MODELO DE CONOCIMIENTO CIENTIFICO?
- 2.- ¿CUALES SON LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL BAGAJE NECESARIO PARA DESEMPEÑAR CON EFICIENCIA LA INVESTIGACION CIENTIFICA?
- 3.- ¿QUE FACTORES INTERVIENEN EN EL PROCESO DE DESCUBRIMIENTO CIENTIFICO?
- 4.- ¿CUALES SON LAS CONSTRUCCIONES DE MODELOS CONCEPTUALES Y PRACTICAS QUE EL INVESTIGADOR TIENE QUE REALIZAR PARA RESOLVER EL PROCESO DE VERIFICACION EN LA CIENCIA EMPIRICA?
- 5.- ¿QUE DIFICULTADES ENCUENTRA EL INVESTIGADOR EN EL PROCESO DE COMUNICAR SUS RESULTADOS?

#### LOS SUPUESTOS TEORICOS.

Después de revisar algunas opiniones de metodólogos de la ciencia y confrontarlas con la de algunos investigadores de diversas áreas empíricas, uno se percate de que esas dos clases de interlocutores sostienen un difícil diálogo, que a veces se transforma en un monólogo.

A los científicos les preocupa en especial que se afirme que si se siguen determinados pasos, claramente especificados, se tendrán al final del camino nuevos conocimientos del mundo que nos rodea. Su preocupación no es vana, pues su propia experiencia les dice que la ruta seguida en su indagación resulta mucho más insegura e indeterminada de lo que ellos mismos quisieran.

Los metodólogos, en cambio, se encuentran seguros de que una investigación científica para que pueda calificarse como tal, incluso bajo las exigencias de los mismos científicos, tiene que sujetarse a ciertas normas y exigencias, sin los cuales se invalidaría la pretensión de hacer ciencia.

Debe reconocerse que, en parte, los argumentos de los investigadores no carecen de sinceridad, pero por otro lado, los metodólogos no se equivocan totalmente. ¿QUE ES EN REALIDAD LO QUE PASA? La explicación que puse a consideración se basó en esta paradoja y su respuesta se encuentra en el hecho de que los metodólogos y los investigadores se refieren a procesos diferentes dentro de la misma investigación. Es decir, que la misma investigación se compone de procesos internos diferentes y que para lograr elaborarla es necesario satisfacer las exigencias de cada uno de ellos.

Por ello, mi hipótesis principal <sup>consistió en imaginar</sup> que la creación y la producción de la investigación científica debía verse como un PROCESO PSICO-SOCIAL. Entendido éste como una relación interactuante entre el investigador, los fenómenos que desea investigar y el medio social que le envuelve, para resolver tres

retos fundamentales para CREAR y PRODUCIR investigación científica. Estos desafíos serían: ser capaz de efectuar un DESCUBRIMIENTO, proceder a VERIFICARLO y posteriormente COMUNICARLO.

Del supuesto principal se derivaron otras ideas que trataban de dar respuesta a los objetivos secundarios. La primera de ellas buscó establecer el marco histórico que rodeó al ambiente intelectual en general y al científico en particular para constituir una ciencia capaz de romper su marco social y lograr identificarse con nuevas capas sociales ascendentes y consolidar un nuevo tipo de búsqueda científica, a partir del siglo XVII, estrechamente asociada con los intereses racionales del sistema capitalista, que emergía.

Para darle mayor continuidad al análisis histórico, se decidió que en la introducción a la primera parte de este trabajo se amplíe esta primera hipótesis y se incluyan algunos supuestos auxiliares.

Para el desarrollo del resto de las hipótesis es necesario destacar la diferencia que existe entre lo que llamamos el conocimiento científico, que es una empresa social y su fuente de crecimiento, las investigaciones específicas. Es en este último aspecto donde el investigador entra en contacto con el proceso indagador. Conocer sus secretos es penetrar en uno de los aspectos más celosamente guardados por estos individuos 1/. Quizás porque estas personas a las cuales les atrae investigar el mundo que los rodea, son especialmente sensibles a que ellos, a

su vez, se convierten en objetos de estudio.

La mayor parte de los que reflexionan sobre la ciencia y la investigación no hacen clara la diferencia entre el desarrollo de la ciencia y el desarrollo de la investigación particular, lo que da lugar a numerosas equivocaciones y hace que se dificulte entender los aspectos explicados de la elaboración de una investigación. Aunque la mayoría de los estudiosos de este tema también entienden la importancia de esta perspectiva, los escriben para el público que no se dirige a los investigadores, los filósofos de la ciencia o los científicos. Los estudiosos de la filosofía de la ciencia se dirigen a los científicos, pero se olvidan de que el público de los filósofos de la ciencia es el público de los filósofos de la ciencia, no el público de los científicos. Los filósofos de la ciencia se dirigen a los filósofos de la ciencia, no al público de los filósofos de la ciencia.

En el campo de la filosofía de la ciencia, el público de los filósofos de la ciencia es el público de los filósofos de la ciencia, no el público de los científicos. Los filósofos de la ciencia se dirigen a los filósofos de la ciencia, no al público de los filósofos de la ciencia.

Esta es una crítica a la filosofía de la ciencia, no a la ciencia. Los filósofos de la ciencia se dirigen a los filósofos de la ciencia, no al público de los filósofos de la ciencia.

En el campo de la filosofía de la ciencia, el público de los filósofos de la ciencia es el público de los filósofos de la ciencia, no el público de los científicos. Los filósofos de la ciencia se dirigen a los filósofos de la ciencia, no al público de los filósofos de la ciencia.

Los filósofos de la ciencia se dirigen a los filósofos de la ciencia, no al público de los filósofos de la ciencia. Los filósofos de la ciencia se dirigen a los filósofos de la ciencia, no al público de los filósofos de la ciencia.

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

la naturaleza viola las expectativas del paradigma. A continuación se produce una exploración prolongada, de varios científicos, de la zona de la anomalía. Este proceso provoca que a la naturaleza se le empiece a mirar y entender de una manera diferente. Finalmente, Kuhn apunta que este es un proceso más o menos largo que involucra a varios miembros de la comunidad científica 6/. Por desgracia son débiles las señales de cómo operan a nivel personal las anomalías y las percepciones.

T. Kuhn, sin embargo, se da cuenta de que es la ciencia social la que puede aproximarse al problema general de cómo se produce la investigación científica, al afirmar que 7/:

"La estructura histórica del descubrimiento científico hace referencia al proceso de investigación que permite identificar un fenómeno como algo nuevo y original" y reclama a los racionalistas el hueco que dejan al privilegiar los procesos lógicos. "Popper rechaza la psicología del conocimiento, por negar la pertinencia metodológica de la fuente de inspiración del individuo o la sensación de la certidumbre del mismo".

Si se desea alejarse del camino de los filósofos y se incursiona en el área de los metodólogos de la ciencia, es decir, de aquellos que tratan de dirigir a los aspirantes a investigador se encontrará también una parcialización en la manera en como se aborda esta problemática. De nuevo se privilegian los procesos de justificación, es decir, se monopoliza la atención sobre los elementos método-lógicos y técnicos que permiten demostrar o rechazar la validez de un supuesto. A la vez se minimiza y a veces se omite la etapa de comunicación con la comunidad

científica. Pero lo que es más común y grave es que se ignore la etapa vital en donde se produce el ataque de toda investigación, es decir, la fase en la cual el investigador toma la decisión de dedicarse a un problema en particular.

Pueden tomarse como ejemplos, libros escritos por miembros de universidades. Se trata de trabajos de autores famosos y de gran fama, sobre la parte de la ciencia implicada, que al existir ya posee suficiente fama y prestigio para que cualquier investigador de una disciplina se dedique a ella.

El hecho de que se dedique a estos trabajos, resulta limitado por que en consecuencia se puede considerar que el investigador se dedica a una disciplina en particular, pero no a una disciplina en particular. Se trata de trabajos de autores famosos y de gran fama, sobre la parte de la ciencia implicada, que al existir ya posee suficiente fama y prestigio para que cualquier investigador de una disciplina se dedique a ella.

El hecho de que se dedique a estos trabajos, resulta limitado por que en consecuencia se puede considerar que el investigador se dedica a una disciplina en particular, pero no a una disciplina en particular. Se trata de trabajos de autores famosos y de gran fama, sobre la parte de la ciencia implicada, que al existir ya posee suficiente fama y prestigio para que cualquier investigador de una disciplina se dedique a ella.

El hecho de que se dedique a estos trabajos, resulta limitado por que en consecuencia se puede considerar que el investigador se dedica a una disciplina en particular, pero no a una disciplina en particular. Se trata de trabajos de autores famosos y de gran fama, sobre la parte de la ciencia implicada, que al existir ya posee suficiente fama y prestigio para que cualquier investigador de una disciplina se dedique a ella.

Partimos básicamente<sup>d</sup> tres hipótesis y tres proposiciones, que tienen que ver con la manera en que se resuelve el proceso de la investigación científica.

La primera hipótesis plantea que debe existir un compromiso existencial entre el científico y la investigación. Este compromiso exige el estar dispuesto a buscar la mejor explicación de los procesos estudiados y probar esa explicación a la luz de los hechos bajo las normas y valores que rigen a la actividad científica contemporánea. A este compromiso lo denominaremos POSEER UNA ACTITUD CRITICA HACIA LA CIENCIA.

La segunda hipótesis plantea que una vez que el científico asume una actitud crítica hacia la ciencia debe poner en práctica el compromiso asumido y por tanto debe probar si la conjetura que ha elaborado se adecua a los hechos, a través de un sistema de investigación científica. En consecuencia dichas conjeturas se someterán a los principios de la racionalidad, la objetividad, la sistematicidad y la verificabilidad. El investigador, para ello, deberá ser capaz de recurrir a métodos, instrumentos y técnicas replicables. A esta necesidad de llevar a la práctica "a la actitud crítica en la ciencia" se le denominará poseer una BUENA APTITUD CIENTIFICA.

Un último supuesto normará el análisis del proceso de la investigación científica: que para que los resultados producto de una investigación puedan incorporarse al conocimiento de una disciplina científica es necesario que se someta a un proceso de

COMUNICACION, es decir, que ellos sean difundidos y conocidos por el resto de la comunidad científica a la cual pertenece el investigador.

Cabe señalar por anticipado<sup>ya</sup> estos compromisos existenciales para realizar investigación no pueden partir de una teoría lógica, ni de leyes fuertes, es decir, definitivas. Son acuerdos sociales interiorizados EN LOS INDIVIDUOS QUE HAN DECIDIDO HACER CIENCIA EMPIRICA a través de un proceso histórico social de enseñanza-aprendizaje.

#### METODO

LA MANERA DE PROCEDER EN ESTA INVESTIGACION fue tratar de reconstruir aquellos procesos internos, formales e informales, que constituyen los elementos que le permiten al científico producir una investigación de carácter empírico. Es pertinente aclarar que al detallar este tipo de acciones, no es otra cosa que sacar a flote lo que al practicante le podría parecer obvio, pero que a no iniciado le está vedado.

Esta reflexión culmina en una serie de verificaciones de carácter histórico, que permiten evaluar la validez de estas especulaciones. De cierta forma le aplicamos a la metodología, o sea, A LA CIENCIA QUE ESTUDIA LA MANERA DE PROCEDER EN LA CIENCIA, a las mismas exigencias que ella desea imponer a la investigación científica. En otras palabras, se trata de probar si las conjeturas metodológicas coinciden con los hechos y constatar hasta qué grado y de qué manera tiene sentido hablar de

método dentro del proceso de investigación científica, o si por el contrario sólo expresan los buenos deseos de quienes lo plantearon, porque no debe olvidarse que Feyerabend ha subrayado que el investigador hace todo menos ceñirse a un método %/.

Si efectivamente estos compromisos personales que debería adoptar y practicar el científico son indispensables en la investigación científica, ellos deberían desempeñar un papel destacado a todo lo largo de este proceso. Este análisis se intenta en la tercera, cuarta, y quinta parte de este trabajo.

Esta manera de enfrentar el problema nos absuelve de determinar quién tiene la razón, si el metodólogo, el filósofo o el investigador, dado que NO confrontamos opiniones, sino opiniones convertidas en preguntas (la de los teóricos) frente a lo que sucede en el campo de la investigación científica (la acción y comentarios de los científicos, registrada en sus trabajos). En otras palabras, los investigadores se convirtieron en los hechos a observar.

El tipo de investigadores seleccionados para esta observación fueron tanto de ciencias naturales como sociales con el objeto de destacar las semejanzas y diferencias desde el punto de vista investigativo y metodológico que pudieran presentarse.

Se descartó la idea de realizar un trabajo de campo y aplicar un cuestionario expofeso para que lo contestaran los investigadores. La razón fue que se pensó que un cuestionario daría una serie de respuestas sobre lo que debería ser la investigación y no sobre lo que efectivamente hacían los

científicos. Por ello los datos se recopilaron de investigaciones ya publicadas, debido a que la experiencia indicaba que, a veces, y casi al descuido ellos dejaban algunas pistas sueltas en torno a cómo habían llevado a cabo su trabajo. Ello suele quedar acotado, por lo general, en las introducciones de sus trabajos.

En consecuencia diseñé una guía para revisar con ella los diversos trabajos de los investigadores y rescaté, a través de técnicas documentales lo que hubieran dicho o hecho con respecto a alguno de los elementos constitutivos del proceso investigativo de orden científico, es decir, descompuse mis hipótesis en indicadores observables, los cuales agruparon las opiniones y acciones de acuerdo a tres procesos básicos: descubrimiento, verificación y comunicación.

La guía metodológica elaborada fue la siguiente:

1. LOS INVESTIGADORES ¿QUE IMPORTANCIA LE DAN A LAS ACTITUDES CRITICAS HACIA LA CIENCIA Y LA INVESTIGACION?
2. ¿CUALES SON LAS ACTITUDES QUE LOS CIENTIFICOS consideran RELEVANTES AL PROCESO DE INVESTIGACION?
3. ¿CUAL ES LA IMPORTANCIA QUE LE OTORGAN A LAS APTITUDES CIENTIFICAS.
4. ¿COMO BUSCAN Y ENCUENTRAN LOS PROBLEMAS CIENTIFICOS LOS INVESTIGADORES?
5. ¿COMO PLANTEAN SUS HIPOTESIS Y SUS PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACION?
6. ¿COMO PROCEDEN AL REALIZAR EL ANALISIS DE SUS DATOS?
7. CUALES SON LOS PROCEDIMIENTOS DE QUE SE VALEN PARA VERIFICAR

SUS HIPOTESIS?

8. ¿CUALES SON LAS EXIGENCIAS QUE TIENEN QUE CUMPLIR LOS INVESTIGADORES PARA COMUNICAR SUS HALLAZGOS Y CONCLUSIONES A SUS COLEGAS?

Debo agregar que el mayor volumen de libros consultados estuvo a mi disposición en el Proyecto de Estudios Sociales, Tecnológicos y Científicos, del IPN, el cual posee un envidiable acervo bibliográfico en ciencia, historia de la ciencia, filosofía de la ciencia, tecnología e historia de la tecnología, en suma cerca de seis mil volúmenes producto de la donación por la Sra. Bonfil Vda. de Maksabeidian de la biblioteca de su esposo.

A pesar de todo, se está consciente de que la selección de los investigadores fue arbitraria, pues se trató de escoger a aquellos que han tenido una mayor relevancia en su campo. Por eso mismo se reconoce que los resultados tienen un carácter exploratorio, pero necesario, porque se piensa <sup>que</sup> podría contribuir a impulsar la discusión en torno a los métodos de la ciencia empírica.

Debe agregarse que la elaboración del informe se realizó en una máquina computadora y que utilizó el programa Word Star de la IBM. Sus ventajas quedaron plasmadas explícitamente dentro del trabajo. Sólo desearía agregar que dicho instrumento no sustituye al trabajo intenso y la disciplina académica, pero que en manos adecuadas simplifica muchos procedimientos.

La investigación consta de cinco partes mismas cuyos contenidos fueron

ya descritos. Por lo que se refiere al resumen de conclusiones, debo decir, que he tenido la impresión de que todo el proceso investigativo se minusvalúa cuando se ofrecen este tipo de síntesis, porque al lector le pueden parecer pueriles u obvias las respuestas encontradas. A riesgo de padecer este tipo de observaciones apunto:

1.- La historia del método mostró que en Europa Occidental, a partir del siglo XI d.n.e. se generalizó una manera diferente de usar a la ciencia. Ello fue producto de un acuerdo originado en una nueva necesidad social: tratar de entender al mundo que les rodeaba. Dicho acuerdo consistió básicamente en dirigir su atención a la explicación de procesos observables y aceptar que dicha explicación debía estar justificada por los mismos hechos.

2.- Esta vertiente tuvo un inesperado acompañante en ciertas capas sociales, burguesas y artesanas, emergentes que también estaban interesadas en racionalizar las explicaciones que tenían de sus actividades y de lo que le rodeaba, lo cual permitió consolidar este acuerdo social en el siglo XVII.

4.- Fue a partir de finales del siglo XIX que las inconsistencias del modelo de conocimiento científico mecánico para respetar tales compromisos, es decir, lograr probar en los hechos ciertas hipótesis, dieron origen a un nuevo modelo de conocimiento contemporáneo que hizo de la verificación el valor determinante.

5.- La investigación científica, es decir, la manera como los científicos proceden en la actualidad, es muy parecida.

independientemente de si indagaban fenómenos y procesos naturales o sociales, porque lo que persiguen -probar que sus explicaciones coinciden con los hechos observados- es un valor generalmente aceptado por este tipo de individuos.

6.- Si hay una diferencia entre ambos tipos de ciencias, ello se debe más a los prejuicios de los propios investigadores que a la manera que tienen de proceder frente a sus respectivos objetos de estudio.

7.- Un notable número de científicos, tanto en cantidad como en calidad coinciden en afirmar que para lograr probar si una conjetura se adecúa a los hechos se debe poseer una actitud crítica hacia la misma ciencia.

8.- Por lo que se refiere a qué tan necesario es poseer aptitud investigativa y comunicativa es preciso reconocer que las opiniones son menos enfáticas pero en cambio las acciones que han realizado los investigadores para solucionar y comunicar sus problemas corroboran implícitamente su importancia.

9.- Estos valores que han permitido consolidar a la investigación científica y convertirla en un socio casi decisivo en la economía y en otros aspectos de la civilización esta sustentado en ideas, relaciones, actitudes y acciones sociales. Por tanto una sociedad en particular puede impulsar o desviar e incluso detener el avance de la investigación científica si su cultura no impulsa una actitud más crítica y si no se interesa en buscar soluciones más generales a los problemas sociales, técnicos y naturales que enfrenta.

Es necesario advertir del uso y significado de ciertos términos que aunque usados casi todo el tiempo por los científicos, filósofos y metodólogos suelen tener diferentes significados, por lo que pueden prestarse a confusión.

El término metodología poseerá el mismo significado que el que le otorgan los etimólogos, o sea, disciplina que estudia el modo de proceder en la ciencia. Se contrapone por el usado comunmente por los epistemólogos que han preferido darle la connotación de "concepción filosófica del investigador". Así hablan del método marxista, del positivista etc.

Por nuestra parte pensamos que la concepción del mundo que posea el investigador, es una variable independiente cuando hacemos referencia al tipo y la forma de abordar los problemas que ha juzgado relevantes indagar. Pero que si desea hacer ciencia empírica su concepción del mundo tiene que someterse a las exigencias de la investigación científica. La ideología no determine la calidad de la investigación científica.

Otro concepto utilizado extensamente fue <sup>la</sup> método científico, el cual deseamos que conserve la misma connotación que le dan los etimólogos y muchos metodólogos modo ordenado de proceder en la ciencia (en donde lo "ordenado" debe dar una idea de exigencia por cierto proceder). Es claro que las definiciones ofrecidas por los estudiosos pueden y de hecho difieren mucho de esta definición. Por ejemplo José Ortega y Gasset piensa que 10/:

"Método es todo funcionamiento intelectual que no está

exclusivamente determinado por el objeto mismo a que aspira a conocer"... "El método define cierto comportamiento de la mente con anterioridad a su contacto con los objetos. Predetermina, pues, la relación del sujeto con los fenómenos y mecaniza su labor ante éstos".

En este caso se subraya el papel que juega el pensamiento en el proceso de efectuar investigación científica. En cambio, un investigador de las ciencias naturales y posterior historiador de la ciencia, John Bernal, afirmaba que el método eran el conjunto de las acciones mentales y manuales que realizaba el investigador.

El filósofo Karel Kosik, por su parte, pensaba que el método de la investigación era el centro mediador activo entre los hechos y el contexto (totalidad) 11/. En lo personal preferiría la idea que el método científico es un modo de proceder para hacer investigación científica. Y que estos últimos conceptos se interpretarían como hacer averiguaciones para descubrir y verificar una explicación de hechos, sociales o naturales, que se producen de forma sistemática y que puede ser observable.

Como puede notarse, el concepto "método científico" puede tener una acepción muy amplia o muy restringida. tiene una connotación polisémica, es decir, que posee un significado general y muchos otros particulares. Pensamos, quizás en un método general y después hablamos, por ejemplo, de métodos experimentales, de campo y documentales. ¿ Es ello correcto? ¿ No serán estos últimos meras técnicas o mecánicas en la manera de proceder?

La práctica particular de estas acciones humanas ha permitido observar que si las consideramos acciones mecánicas o técnicas se

puede caer en un error. Primero porque el simple conocimiento de las técnicas empleadas por la investigación empírica no es suficiente para verificar la hipótesis de una investigación particular. Las técnicas experimentales, por ejemplo, son múltiples, pero ¿cuál de ellas es la que se debe utilizar, en cada caso? Considero que sólo un criterio metodológico que anteponga frente a otras consideraciones la objetividad y la racionalidad podrá decidir con pertinencia ese problema. Se trata de mediar entre las necesidades derivadas del conocimiento teórico y las particularidades con que se presentan los fenómenos objeto del estudio, y eso, es un problema de método.

Cabría quizás hacer una distinción entre aspectos generales y particulares. Estos últimos quizás podrían denominarse "procedimientos", es decir, "método práctico de hacer algo, o manera de hacer algo". Pero no calificaría al método experimental, por ejemplo, de procedimiento, porque es una práctica todavía demasiado general, aplicable tanto a problemas de la química, de la física como de la psicología y la pedagogía.

Llamaría procedimientos a dos aspectos de esta particularización: a) a los instrumentos seleccionados y las técnicas empleadas y; b) a las mecánicas específicas de observación que impone las características en las que aparece el fenómeno. Debo añadir que no debe olvidarse que estas mecánicas y técnicas debieron seleccionarse tomando en cuenta, por ejemplo, a las hipótesis por verificar. Una cuestión relacionada con la racionalidad científica que es una parte del método científico.

No queda mas que invitar al lector a introducirse en la lectura de este trabajo. Recorrer el sinuoso, imprevisto y siempre apasionante camino de la creación y producción científica.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

1.- "G. Holton subraya que los procesos informales tienen una importancia fundamental dentro de la ciencia y su significación no se ha reconocido adecuadamente, en gran medida debido a que los participantes ocultan la transición de la especulación privada a la demostración formal". THEMATIC ORIGINS OF SCIENTIFIC THOUGHT. APUD. Mario Casanueva ET ALL. Compiladores. En LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 228.

2.- Karl Popper. LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. p. 31. No tan cerrada es la posición de Tomas Kuhn y Lakatos , pero sus trabajos evaden esta temática generalmente.

3.- Mario Casanueva. LA CIENCIA Y SUS... pp. 30-31.

4.- Eli De Gortari. INTRODUCCION A LA LOGICA DIALECTICA. pp. 293-294.

5.- IBID. pp. 293 y 316. Quizás el acercamiento más significativo al problema del descubrimiento lo hace cuando afirmó: "Los problemas científicos se expresan por medio de contradicciones ... el problema impulsa al pensamiento con la exigencia de encontrarle solución, haciendo que se desenvuelva la contradicción" .la aporía "provoca el impulso máximo del pensamiento hacia su superación. Y en efecto la aporía es la que acaba por engendrar los elementos que permiten resolverla" IBIDEM. p. 307. La limitante de esta argumentación es que no se especifica cuáles son esos elementos que permiten resolver la aporía, y eso es lo realmente importante de esta discusión. Las generalizaciones demasiado vagas no ayudan a explicar el problema de la invención.

6.- Tomas S. Kuhn. LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS. pp. 92-93.

7.- Tomas S. Kuhn LA TENSION ESENCIAL. p. 315. A pesar de esa sensibilidad histórica que manifiesta Kuhn debe hacerse notar que permanecen ciertos rasgos racionalistas en su exposición. Sobre todo cuando supone que un nuevo paradigma se establece cuando puede resolver los problemas de la anterior teoría, a través de métodos cuantitativos. Debe aclararse que la matematización es producto de una necesidad del modelo mecánico, pero no lo es necesariamente del modelo empirico y esto implica un cambio en la perspectiva histórica de resolver las anomalías.

8.- Padua, por ejemplo, al describir la técnica del "survey"

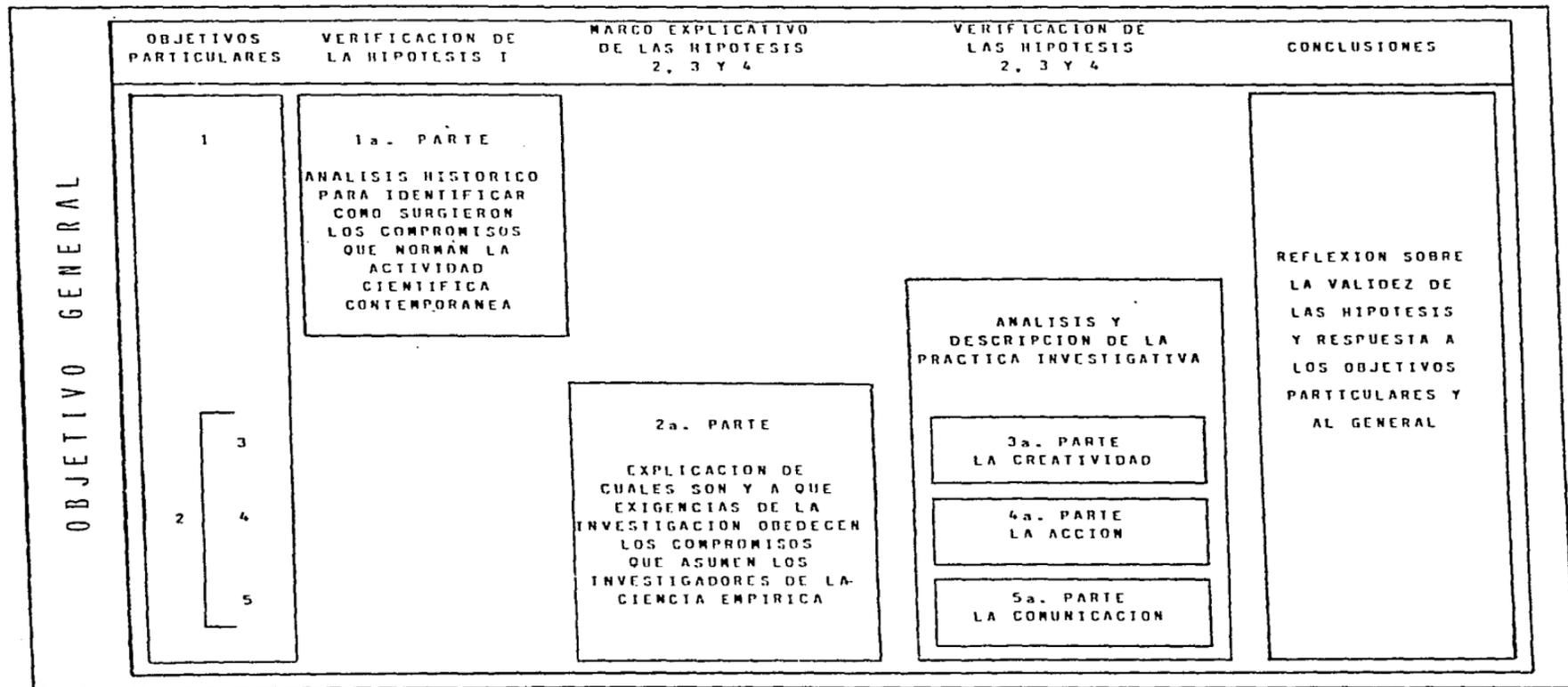
hace una débil referencia tanto al arranque de la investigación. cuando señala la necesidad de la previa existencia de una orientación del campo y la presentación y en cambio, toda su exposición se centra en el proceso de justificación y de comunicación científica. En TECNICAS DE INVESTIGACION. p. 13. Por su parte Guillermina Baena hace también una mínima referencia a la necesidad de elegir y limitar el tema, aunque no profundiza más allá de esto. El peso de su argumentación se dirige a elaborar la justificación del proceso de investigación y en segunda instancia a recomendar como se expresan los resultados del estudio. Véase MANUAL PARA ELABORAR TRABAJOS DE INVESTIGACION DOCUMENTAL.p. 13. Ciro Cardoso, por citar otro ejemplo, esta vez del área de historia, afirma que la elección del tema debe coincidir con el interés personal, la relevancia, la originalidad, mas no rebasa más allá de media cuantilla la atención dedicada a la forma en como arranca una investigación. LA HISTORIA COMO CIENCIA. pp. 28-32.

9.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 15.

10.- José Ortega y Gasset. OBRAS COMPLETAS. TOMO 8. p.533.

11.- Karel Kosik. DIALECTICA DE LO CONCRETO. p. 70.

ESQUEMA QUE MUESTRA LA ESTRUCTURA DE LA TESIS:  
 PROBLEMAS BASICOS PARA LA CREACION Y PRODUCCION DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA



PRIMERA PARTE.

LA GENESIS

INTRODUCCION.

Para tratar de entender al hombre y su desarrollo es necesario considerar a su historia como producto de procesos sociales que han estado en constante cambio, evolución, transformación y aun desaparición. No se exceptúan de estas consideraciones los logros más artificiosos o abstractos creados por la cultura, como pudiera esperarse que fuera la ciencia y los medios a través del cual ella misma se enriquece y acrecienta.

Por ello, es posible suponer que las formas de apropiación conceptual que ha ejercido el hombre sobre la naturaleza y la sociedad para entenderla y transformarla también han sufrido modificaciones a lo largo de la historia humana y que las características del conocimiento científico actual pueden rastrearse, en mucho, de las modalidades que esta forma de apropiación adoptó y desarrolló en Europa Occidental, a partir del último tercio del siglo X d.n.e..

A esta hipótesis debe de agregarse cinco supuestos auxiliares que normaron la exposición de esta primera parte:

La primera apunta que, la ciencia escolástica ofreció una nueva filosofía que destacaba al elemento racional como principio fundamental para entender al mundo. Este principio general permitió darle sentido y unidad al hasta entonces caótico mundo natural. Además proporcionaría los problemas teóricos, sobre todo en la física y la astronomía, así como las categorías

metodológicas más generales del modelo mecánico de la ciencia que apareció en el siglo XVII. Este modelo se completó con cierta parte del conocimiento neoplatónico, reorganizado a partir del siglo XII, el cual aportó la necesidad de axiomatizar y matematizar los conocimientos científicos.

El segundo supuesto afirma que casi simultáneamente al ascenso del escolasticismo siglo (XI), la sociedad secular se encontraba también en un proceso de racionalización, dirigido a resolver problemas de origen práctico. Para lograr este propósito implementó dos caminos. El primero fue la construcción de un molde regimentado donde la disciplina, el control y la sistematización se institucionalizaron. La segunda vía inventó, adoptó, reprodujo y generalizó métodos, técnicas e instrumentos para hacer que esa racionalización pudiera dirigirse y aplicarse a problemas de muy diversa índole, natural y social.

El tercer supuesto auxiliar señala que el salto de una ciencia contemplativa y especulativa a una interesada en explicar los fenómenos naturales y sociales únicamente pudo producirse debido a una síntesis entre el las prácticas intelectuales, neoplatónicas y sobre todo escolásticas y los intereses prácticos de la sociedad civil y urbana.

El cuarto supuesto afirma que la diferencia entre la ciencia tradicional y los modelos científicos de conocimiento mecánico y posteriormente el empírico se sustenta en una actitud social y un compromiso existencial que se generalizó a partir del siglo XVII entre los investigadores y que consistió en reconocer que EL

CIENTIFICO BUSCABA LA MEJOR EXPLICACION DE LOS HECHOS NATURALES Y/O SOCIALES, Y QUE EL CRITERIO PARA DETERMINAR CUAL ERA LA MEJOR EXPLICACION SOLO LA PODIAN OFRECER LOS MISMOS HECHOS.

El quinto supuesto sostiene que a pesar de que la actitud y compromiso crítico del investigador para con el conocimiento científico es similar para ambos modelos, el moderno (siglo XVII a finales del XX) y el contemporáneo (siglo XX), la manera de ponerlo en práctica ha sido diferente.

Para el modelo mecánico la corroboración de los hechos es a base de una demostración, es decir, el experimento viene a corroborar a la teoría. En el modelo empírico, en cambio, la verificación, sea experimental o no, determina el grado de aproximación que tiene la hipótesis a los hechos.

LA MANERA DE PROCEDER: históricamente en esta primera parte del estudio fue la siguiente: En el capítulo uno se mostró la articulación de hechos y procesos que sustentan a la primera, segunda y tercera hipótesis.

En el segundo capítulo se describió tanto las características del método científico moderno, como la historia de su desarrollo y su crisis teórica y metodológica y el tercero describió el proceso de cambio del modelo científico moderno al contemporáneo y las características de la nueva investigación empírica y por ello ambos capítulos responden a los supuestos cuatro y cinco.

El cuarto capítulo ofreció una síntesis del análisis realizado, así como, una discusión con otras corrientes del pensamiento

Científico opuestas a las hipótesis propuestas.

## CAPITULO. 1. ORIGENES E INFLUENCIAS DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA MODERNA Y CONTEMPORANEA.

### 1.1 APARECE EL PRIMER MODELO CIENTIFICO EN EUROPA OCCIDENTAL.

Posterior a la caída del Imperio Romano de Occidente (S. V d.n.e.) en la parte occidental europea empezó a perfilarse un nuevo sistema económico, conocido como feudalismo que no se consolidaría si no a partir de la aparición del estribo (730 d.n.e.) 1/ y que permitiría revolucionar la propiedad de la tierra. Desde el punto de vista económico era una estructura más autárquica que la anterior y más primitiva. Sus procesos y sistemas productivos se volvieron más atrasados y se fragmentaron, aunque hicieron su aparición nuevas técnicas productivas (hachas de hierro, arneses de collar rígido (800 d.n.e.), arados de profundidad, tiros de caballos para la agricultura, entre otros adelantos, que tuvieron una mayor difusión y permitieron hacer productivas tierras de temporal, que nunca antes habían sido cultivadas 2/.

Este mundo rural se vio presionado por pueblos nómadas e invasores que pronto se acostumbraron a expoliar los excedentes económicos que producía esa zona. La caballería magiar por el Este, los normandos por las costas y los ríos del atlántico y los árabes por el mediterráneo tuvieron en jaque durante varios siglos a la primitiva y feudal Europa de Occidente 3/.

En estas precarias condiciones, que corren del siglo V al X d.n.e., las exigencias intelectuales de la región fueron

relativamente sencillas. La iglesia católica romana constituida en el elemento unificador de la cultura europea elaboró una concepción del mundo que se bifurcaba.

Para la cultura popular, la iglesia elaboró un puente entre el paganismo y la nueva religión. Esta primitiva cultura pagano-religiosa estaba poblada de un Dios trinitario, santos, diablos, demonios, arcángeles, ángeles y serafines, pero también de duendes, dragones, hadas, magos y brujas. Para aquellos sencillos habitantes estos entes se entrelazaban y luchaban ferozmente entre sí y actuaban tanto en el mundo de la imaginaria, como en el mundo real. Lo que constituía un impedimento para la formación de una cultura orientada hacia la utilidad. Esta cuestión la destaca Lewis Mumford 4/:

"Mientras se consideró cada objeto, animado o inanimado, como la morada de un espíritu, mientras se esperó que un árbol o un barco se comportara como una criatura viva, era poco menos que imposible aislar en tanto que secuencia mecánica la función específica que se deseaba realizar".

La otra vertiente es lo que llamaríamos con alguna propiedad la versión intelectual europea, de ese tiempo. La iglesia, influenciada por Agustín (354-430) y éste a su vez de Platón (427-347 a.n.e.), pero sobretudo por los neoplatónicos, destacó como máxima y única aspiración la más correcta comprensión de las sagradas escrituras 5/.

Esta aspiración se tradujo en una combinación entre la búsqueda del alma y su esencia, que al hallársele suponía el encuentro de Dios; y la indagación en la naturaleza de la verdad

eterna. El estudio de las cosas materiales y sus relaciones no tenía significado ni sentido para el intelectual, que además era un religioso de profesión. Aún en el año de 1482 el platonismo, por intermedio de M. Ficino, seguía manteniendo estos mismos argumentos b/:

"Dios creó a los hombres, criaturas que no se satisfacen con poco y que han llegado al conocimiento de las COSAS IMPORTANTES, no para empresas pequeñas, sino grandes, mejor dicho, los creó para el infinito, ya que son los únicos que en la tierra han llegado al conocimiento de la naturaleza infinita y son los únicos que no se satisfacen con nada finito aunque esto sea mucho".

Las escuelas monásticas serían las impulsoras del modelo agustino. Los estudiosos se ejercitaban en las obras de Casiodoro (490-580). Este autor comentó algunas obras de Platón en sus INSTITUCIONES DIVINARUM ET HUMANARUM, en sus COMPLEXIONES y también en sus notas aclaratorias a las epístolas de Pablo y el Apocalipsis. Asimismo este modelo conceptual se apoyaba en algunos comentaristas, que poco o nada añadieron a la escasa obra intelectual del continente europeo. La producción griega, incluyendo la mayor parte de la obra de Platón no sería conocida sino hasta el siglo XII d.n.e..

La consolidación del aparato administrativo y espiritual de la iglesia romana en Europa occidental a partir del Siglo IX 7/ permitió apuntalar a este neoplatonismo ingenuo durante los siguientes siglos.

Sin embargo, a finales del siglo X, pero sobre todo a partir del siglo XI un cambio brutal se sucede en un área geográfica

especifica y que forma un eje que va desde el norte de Italia, pasa por Suiza, se desplaza entre las cuencas del Rin y el Sena, atraviesa lo que hoy es Bélgica y Holanda y termina en Inglaterra, y que la llamaremos Europa Occidental. Aquella actitud de ingenuidad hacia la naturaleza y la sociedad empezó a perderse. Al parecer los hombres dejaron de conformarse con la explicaciones introspectivas y las descripciones aterradoras del cielo y el infierno y dirigieron su atención al mundo que los rodeaba. Apareció en Europa el primer intento serio de apropiación conceptual de la realidad 8/, después de la época clásica griega. Probablemente este cambio de actitudes estuvo muy relacionado con el hecho espiritual de que el tan temido fin del mundo al finalizar el primer milenio no se cumplió y dejó a los europeos libres de ese lastre existencial.

Se puede considerar que parte de este proceso de transformación, el que se refiere a la historia de la ciencia, se inició cuando Geberto de Aurillac (946-1003), que había vivido en la Marca Hispánica y conocido la ciencia árabe, se estableció en Reims, pequeña ciudad francesa, como director de la escuela catedralicia. Interesado en la obra de Boecio (480-524), intérprete de Aristóteles (384-322 a.n.e.), y conocedor de dos singulares instrumentos; el astrolabio y el abaco, Aurillac, se dió a la tarea de difundirlos en Europa Occidental 9/.

Lo que más maravilló a los discípulos de Aurillac fueron los conceptos de la lógica formal. Gracias a ella el caos del mundo y sus relaciones tenían una explicación sensata. Nueve eran las

categorías establecidas por Aristóteles: cantidad, calidad, relación (con respecto a otro objeto), lugar, tiempo, situación (como estar sentado o yacer), estado (por ejemplo ser calzado), acción (igual a actividad), y pasión (semejante a pasividad) 10/.

Bajo este techo teórico se desató la primera polémica conceptual europea, entre los nominalistas y los realistas, acerca del contenido del género. Para los primeros, entre los que se encontraba Guillermo de Occam ( 1280- 1349), la descripción de conjuntos carecía de realidad, sólo eran palabras, en cambio, lo individual y observable sí tenía realidad. Los realistas sostenían por el contrario que aunque el género (universalia) no era accesible a los órganos sensoriales existían realmente y que sus manifestaciones individuales únicamente eran su reflejo 11/.

Conocimientos no menos importantes como sumar y restar cantidades respetables, estudiar el concepto de número y posteriormente desarrollar las habilidades de multiplicar y dividir se hicieron, al fin, asequibles a una generación de estudiosos 12/.

Otra área donde el conocimiento empírico se destacó, sería la medicina. Ya en el siglo X la escuela de Salerno tenía gran prestigio, aunque el auge de la medicina se produjo a partir del siglo XI. En el siglo XIII destacan por su prestigio las escuelas de medicina de Montpellier, Bolonia, Padua y París, las cuales sobrepasan gradualmente a Salerno. La enseñanza de la medicina se sustentó en las obras de Galeno y de médicos árabes y judíos.

En el siglo XII hicieron su aparición las universidades y junto con ellas surge el aristotelismo de Tomás de Aquino (1225-

1274), conocido como escolasticismo. Ayuda en este sentido la traducción y difusión del grueso de la obra clásica griega 13/. La obra traductora monumental se llevó a cabo a lo largo del siglo XII. Contribuye a ello la caída de Sicilia y el retroceso en España de los musulmanes que permite a los cristianos apoderarse de importantes legados científicos. Por ello no debe extrañarnos que las traducciones en un principio no se hagan del griego al latín, sino del árabe al español o al francés y posteriormente al latín.

La aparición de las Universidades, en el siglo XII, originalmente organizadas como cualquier otro gremio medieval, alienta la consecución de un conocimiento general, "universal". La enseñanza se agrupa en dos grandes categorías; El TRIBIUM agrupaba a la gramática, la retórica y la Lógica; El CUATRIUM a la aritmética, la geometría, la Astrología y Astronomía y la Música.

Las escuelas catedráticas y en particular las universidades fueron ocupadas por individuos diferentes a los que moraban los monasterios. En las universidades predominaba el interés por conocer, por saber. Este conocimiento no era contemplativo, se imponía por su propio valor de saber científico. En las universidades el núcleo central de la currícula lo constituían 1 las obras lógicas, científicas y filosóficas de Aristóteles, además de la física, cosmología, astronomía y matemáticas, del mismo autor 14/.

Absalm de San Víctor se quejaba, en el siglo XIII, de que los 2 estudiantes deseaban estudiar "La conformación del GLOBO, la

naturaleza de los elementos, el lugar de las estrellas, la naturaleza de los animales, la violencia del viento, la vida de las hierbas y de las raíces" 15/. Como precursor del escolasticismo natural puede mencionarse al monje franciscano Roger Bacon (1214-1294) y sus estudios "empíricos" de óptica.

La escolástica no estudiaba al alma, se ocupaba de la naturaleza. Dios en su infinita bondad le había conferido al Hombre el mundo para que él a su vez le glorificase. Sin embargo, la criatura desde el momento que lo poseyó pasó a ser suyo y no de Dios; quien por ese hecho lo enajenaba. Para el aristotelismo Dios ha creado un mundo ordenado y en él prevalece su ley. Sus actos podían ser inescrutables mas no caprichosos. Desde esta perspectiva la fe medieval se desplazó definitivamente del animismo al racionalismo 16/.

Lo expuesto hasta ahora no debe invitar a pensar que el aristotelismo tenía ganada la batalla por la hegemonía intelectual. Su principal contendiente de los siglos XI a XIV continuó siendo el platonismo. Sólo que éste había recibido nuevas fuerzas del arsenal griego. El *TIMEO* escrito por Platón y traducido al latín por Calcidio (S. IV) era del dominio general 17/. Precisamente el mayor aristotélico, Tomás de Aquino (1225-1274) 18/ y el mayor platónico Buenaventura (1221-1273) eran contemporáneos y religiosos.

Las acusaciones que el neoplatonismo le hizo al aristotelismo eran severas porque se referían a ciertos postulados que atentaban contra el poder ilimitado de Dios, o le imponían un

comportamiento determinista.

La primera gran polémica se centró en el libro de Aristóteles de FILOSOFIA NATURAL la cual se desarrolló a lo largo del siglo XIII. Empezó en 1210 con su prohibición por el sínodo de Sens. Ello sólo avivó la curiosidad, por lo que se tuvo que llegar en 1277 a una condena genérica de sus 219 postulados bajo amenaza de excomunión para aquellos que albergaran siquiera uno de los errores condenados. Lo que más disgustaba a la jerarquía eclesiástica era la doctrina de la doble verdad en la cual se amparaban los escolásticos para continuar con el estudio del autor mencionado 19/.

En cambio, en las polémicas del siglo XIV. el papel significativo lo desempeñaron nuevos problemas religiosos, también derivados de la escolástica 20/. como el postulado que señalaba que la primera causa (o sea Dios) no podía establecer varios mundos y el que apuntaba que Dios no podía mover los cielos con un movimiento rectilíneo, debido a que se produciría un vacío.

La persecución religiosa en contra de la escolástica tuvo sus efectos en provocar la aparición del empirismo filosófico cuyo máximo exponente fue Guillermo de Occam (1280-1349) 21/.

A pesar de todos los esfuerzos de la jerarquía eclesiástica y de los platónicos 22/, el aristotelismo continuó educando política y científicamente a Europa Occidental, por lo menos hasta el siglo XVII, aunque siempre fue impugnado 23/.

Los problemas que más llamaron la atención a la ciencia escolástica fueron los siguientes:

Si un lugar específico constituye una superficie.

Si un lugar específico se encuentra inmóvil.

Si el espacio natural característico de la tierra se encuentra en el agua o dentro de la superficie cóncava del agua.

Si la existencia del vacío es posible.

Si en un movimiento descendente, un cuerpo pesado simple posee una resistencia interna y similarmente, (si) en un movimiento ascendente un cuerpo simple (liviano) posee una resistencia interna.

Si se requiere un medio resistente para cada movimiento de los cuerpos pesados y livianos.

Si en caso de existir el vacío, un cuerpo pesado podría trasladarse dentro de él.

Si algo podría ser impulsado dentro de un vacío (si éste existiera) con una velocidad finita o movimiento de alteración.

Si la condensación y la rarefacción son posibles etc.

Esta serie de preguntas se volvieron tan atractivas, que en el curso de varios siglos cambiaron poco. La forma de resolución se volvió reiterativa y la búsqueda de nuevos problemas fue menguando conforme pasaba el tiempo. Esto en parte se debió al método de solución de sus problemas, es decir, a la forma en que procedían los escolásticos para efectuar sus demostraciones. Que otorgó excesiva importancia a la palabra hablada.

El estilo de operar el método de demostración escolástico era el

siguiente:

- 1) Dentro del aula y verbalmente se enunciaba una pregunta,
- 2) se presentaban una o más soluciones, /
- 3) se clarificaba y calificaba el enunciado,
- 4) si al principio se sostenía la posición afirmativa (que eran los argumentos principales), triunfaba finalmente la negativa y viceversa 25/.

La generación dentro del aula de nuevos conocimientos, estrictamente deductivos, hizo que se empezaran a valorar otros aspectos que no siempre tenían relación estrecha con la ciencia. El prestigio del profesor, su simpatía, la agudeza de las construcciones lógicas y el excesivo respeto a la palabra de Aristóteles hizo que a partir del siglo XIV paulatinamente se perdiera el interés por observar la naturaleza y en cambio se acrecentó el valor de la palabra del maestro. Aristóteles dejó de ser el revolucionario pensador y se convirtió en la voz de la verdad.

Dentro de las aulas universitarias los intelectuales se conformaron con ejercitar una inventiva poco original, en lo que fue llamado planteamiento de problemas Hipotéticos de acuerdo a su imaginación (Secundum imaginationem). Las soluciones dejaron de ser aplicadas a la naturaleza. El principio que guiaba a la ciencia era mantener la congruencia lógica y no la búsqueda de una explicación para los problemas que planteaban los fenómenos naturales y humanos 26/.

Sus aportaciones, sin embargo, son fundamentales para la

continuidad de una parte de la ciencia, porque como afirma Koyré, individuos tan "innovadores" y tan "revolucionarios" como Descartes (1596-1650), Spinoza (1632-1680), Malebranche (1638-1715), y Leibniz (1646-1716), en variadas ocasiones no hacen más que continuar la obra de sus predecesores medievales 27/.

Además la solución de algunos problemas de los planteados arriba, sobre todo los relacionados con el movimiento local, mediante un método cualitativamente distinto dieron origen a una nueva física y a una revolución científica que destruyó al conocimiento y al método aristotélico 28/. Sin embargo, estos métodos e instrumentos no surgieron de la práctica escolástica, sino fueron producto de otras capas sociales muy alejadas y a veces antagónicas de la escolástica.

A decir verdad era poco probable que los nuevos conocimientos y las nuevas instituciones que cobijaban al rejuvenecido tomismo y/o a la discutida escolástica hubieran tenido una implicación mayor en el resto de la sociedad. Fenómenos de ascenso y decadencia de la ciencia, después de todo, no son procesos desconocidos en la historia de la cultura humana.

Sin embargo, para que la ciencia medieval pudiera evadir sus limitaciones era necesario que se aliara a otras capas sociales en ascenso. Eventualmente existían un punto de coincidencia con la manera de pensar y operar de esas capas sociales y ello se significaba en que coincidían en una nueva forma de enfrentarse a los problemas. De esta nueva manera de enfrentarse a los

fenómenos el elemento RACIONAL fue lo determinante.

## 1.2 LA SOCIEDAD CIVIL Y SU PROYECTO DE RACIONALIZACIÓN.

La conmoción emocional sufrida por la Europa medieval occidental al final del primer milenio no se restringiría a algunos sectores sociales avanzados sino que se expresaría en modificaciones hasta en las estructuras más estables de la sociedad, como pudieran ser la lengua, el movimiento poblacional, y la religión. Además las ventajosas condiciones de los suelos europeos se hicieron patentes a partir del siglo XI, ello se tradujo en mayores excedentes económicos, lo que a su vez mejoró la alimentación de la población y permitió que la tasa de mortalidad disminuyese. Ello daría pauta a su vez a nuevas relaciones económicas, sociales e institucionales, como el comercio, la aparición de ciudades, casi inexistentes en esa parte del continente y sus órganos de gobierno, la navegación, entre otros.

Este cambio no fue una transformación localizada en ciertos sectores de la sociedad. En realidad se trató de una de las modificaciones más significativas que le ocurrieron a la cultura europea occidental, antes de la revolución industrial. Aunque estos elementos no impresionen en la actualidad, quizás debido a que estas modificaciones ocurrieron en un lapso de 400 años, unas 13 o 14 generaciones. Proceso excesivamente lento para la óptica de nuestro tiempo, pero voraz y vertiginoso para una sociedad preindustrial 29/.

Debe señalarse que aunque fue un movimiento generalizado,

7

ciertos sectores religiosos, una incipiente red de comerciantes, entre ellos varios judíos, y algunos grupos populares urbanos jalónaron al resto del continente.

Surgieron nuevas organizaciones monásticas, como la cisterciense, donde el trabajo manual empezó a ser dignificado y además se recurrió a la contratación temporal de trabajadores libres 30/. Empezó a declinar el monasterio como centro de enseñanza e hicieron su aparición las escuelas catedralicias. Ellas recogerían de la cultura árabe nuevos métodos, teorías, ideas e instrumentos rescatados y asimilados de la tradición helenística y de otras civilizaciones 31/.

Derivado de los nuevos excedentes agrícolas, se hace patente un incremento notable en la población. Paradójicamente ello obligó a un número mayor de individuos a abandonar las ancestrales tenencias paternales y buscar nuevas alternativas. Lo que significó establecer nuevas relaciones sociales 32/.

Siervos liberados o huidos, llamados huéspedes, pueblan las veredas y caminos y son masas significativas ya en el siglo XII. Realizaban emigraciones con el propósito de encontrar tierras vírgenes que pudieran cultivar 33/. Fueron estos hombres los que también proveyeron a los ejércitos cruzados de brazos, durante tres siglos.

Paralelo a estos fenómenos y derivado de las nuevas riquezas, se hizo posible desarrollar y después consolidar al comercio, que se convertiría en una destacada actividad económica en los siglos

XI, XII y XIII 34/.

Mas el desarrollo del comercio impondria una nueva manera de enfrentarse a los problemas naturales y sociales. Esta nueva pauta donde lo RACIONAL se imponia se convertiria la larga en un elemento fundamental para la transformaci3n de la mentalidad de la 3poca. Le Goff ilustra claramente qu3 es lo determinante de esta nueva cultura 35/:

"El mercader desempeñ3 un papel capital en el nacimiento y desarrollo de esta cultura laica. Para sus negocios precisa conocimientos t3cnicos. Por su mentalidad, se dirige a lo 3til, a lo concreto y a lo "RACIONAL" (el subrayado no es del autor).

Pero este proceso social que se apropia de la racionalidad es mucho m3s generalizado. Confluye junto al comercio y desde el principios del siglo XI, la ciencia y la m3quina. Esta 3ltima constituye quiz3s el elemento determinante de la nueva cultura europea que se convertiria en dominante a partir del siglo XVIII, gracias a la revoluci3n industrial. Munford es con mucho quien m3s ha destacado la importancia del cambio hacia una mentalidad racional para que la cultura de Europa Occidental pudiera aceptar a la m3quina como un elemento superestructural dominante 36/.

Lo significativo fue que mientras las capas intelectuales se regocijaban en experiencias relacionadas con la racionalidad; el resto de la sociedad europea occidental se hallaba tambi3n en un proceso que impulsaba a la racionalizaci3n, con la ventaja de que 3sta se encontraba en una relaci3n mucho m3s estrecha con los problemas cotidianos que la pomposa racionalidad universitaria. El origen de este nuevo

fenómeno casi coincidía con la entrada de la lógica aristotélica a las aulas de la escuela catedralicia de Reims.

En el curso del siglo XI, se hizo significativa la presencia de un nuevo personaje en la escena europea. Sus orígenes pudieron ser muy variados. Era gente en busca de riquezas o aventuras y habían roto sus ligas con la tierra. Podían ser emigrantes de zonas de epidemias, hambrunas o guerras, o simplemente hombres que el feudo no podía alimentar. Algunos terratenientes también arriesgaron parte de su excedente económico en esta nueva actividad 37/.

Estos "negotiators" a base de su práctica pronto se les conoció como los negociantes o los mercaderes. Su actividad era parecida a la de sus colegas musulmanes, judíos y bizantinos. Aunque el contexto social-político-psicológico en que se desenvolvían era muy diferente 38/.

Destacaba en este contexto la falta de preparación de Europa Occidental para entender y por tanto constreñir y controlar las acciones de estos nuevos miembros, que eran hasta cierto punto inesperados.

En casi todas las otras civilizaciones, la actividad del comerciante tenía, por lo menos, la misma antigüedad que la creación de las primeras ciudades (5.000 años a.n.e.). Por ello, los gobernantes pronto impusieron normas, leyes y espacios para realizar ese tipo de relaciones. Con ello no sólo se limitaba el poder de estos núcleos sociales, sino

que contribuían a estabilizar al resto de la sociedad 39/.

En Europa Occidental el olvido de la actividad comercial en gran parte coincidió con la caída del imperio romano. Lo que provocó que se consolidara una cultura de colonización rural y casi analfabeta. DEBIDO A ESTE FENOMENO PRONTO SE OLVIDARON DE AQUELLAS PRACTICAS Y REGULACIONES QUE CONSTRENIAN AL COMERCIO. No fue raro, entonces, que cinco siglos después esa parte del continente se encontrara a merced de una clase social emergente, los comerciantes, cuando sobrevino su ascenso.

La única institución que hizo frente al mercader fue, en un principio, la Iglesia. Vea en ellos la negación de las actitudes cristianas que había imbuido a la ecumene medieval durante varios siglos. La finalidad del comercio era el deseo de ganancia, la sed del dinero, la usura y el interés, en suma uno de los pecados capitales, la avaricia. Además el comerciante manipulaba al tiempo, es decir, expropiaba un concepto ordenador del mundo y el universo que habían monopolizado hasta ese momento los poderes eclesiásticos.

La Iglesia, en la práctica, acabó por aceptar y aún alentar a los negociantes, principalmente porque estos últimos supieron hacérsele necesarios 40/.

Esta diferencia del contexto social en el que se desenvuelve el negociante parece que fue uno de los elementos decisivos para que la sociedad europea occidental empezara a discurrir por un camino realmente diferente al resto de las sociedades de su tiempo. Ninguna otra ventaja mental, física o climática hacia

superiores a los europeos de sus contemporáneos.

En un principio el mercader errante, que tenía como escenario a las ferias, fue el protagonista de esta humilde historia, que ocupó los siglos XI, XII y XIII 41/. A partir del siglo XII y con importancia creciente el mercader sedentario hizo su aparición.

El negociante para poder operar con eficiencia precisó, cada vez más, de una mentalidad, de un carácter y de unos instrumentos que destacarían lo útil, lo concreto, lo racional de su actividad. Ello favoreció a una mentalidad laica y mundana, al sentido de la organización, al método, y sobre todo al cálculo 42/.

Los elementos determinantes que describen al comerciante es su sed de beneficios, el interés por aplicar métodos cuantitativos a sus negocios y formas disciplinarias a sus oficinas.

Además, una economía de dinero y un sistema de crédito internacional donde el oro, los cheques, las letras de cambio y eventualmente sólo números invitaron, a quienes participaban en él, al desarrollo del pensamiento RACIONAL. Esta economía monetaria despojaba al panorama mercantil de los valores de uso y convertía en determinante un sólo aspecto de las mercancías, su valor de cambio 43/.

El gran auge comercial dio origen al florecimiento de diversas ciudades en el mediterráneo: Venecia, Pisa, Génova, Lombardia, Lucca, Toscana, Siena, Florencia, Marsella,

Montpellier, Narbona. Contribuyó también a la creación de ellas entre los mares y ríos del Báltico y en Flandes; surgieron Gante, Brujas, Ypres, Lille, Duai, Arras, Tiel, Maguncia, Lieja, Dinant, Amberes, entre otras 44/.

Con la consolidación de la ciudad-Estado fue otra la historia del feudalismo en esas regiones, como apunta Le Goff: "El dominio de la iglesia sobre la cultura solamente fue total durante la alta edad media. Distinta a partir de la revolución comercial y el apogeo de las ciudades" 45/.

Con el apogeo de las ciudades y la revolución comercial que se operaba, aparecieron nuevos grupos sociales que tuvieron nuevas y diferentes necesidades culturales que no podía satisfacer el monopolio eclesiástico. Ello invitó a crear nuevos instrumentos y formas de expresión que desarrollaron el conocimiento sobre la naturaleza. En este escenario donde aparece el burgo, el mercader jugaría su más destacado papel 46/.

La cultura burguesa, gracias a su poder, su nueva autoridad y sobre todo a su dinero influyó en otras capas sociales, en por lo menos cinco campos de la cultura: la escritura, el cálculo, la geografía, las lenguas vivas y el arte 47/. Todas estas actividades apuntaron de una u otra manera al desarrollo de una mentalidad racional y a un novedoso interés por comprender a la naturaleza.

En el campo de la escritura el interés del negociante fue determinante. El desarrollo de instrumentos de crédito suponía la necesidad de saber leer y escribir. Ello motivó el deseo de los burgueses por tener sus propios centros de educación para sus hijos. Este tipo de escuelas laicas hicieron para los hijos de los burgueses su aparición a partir del siglo XII, no sin contar con la oposición de la iglesia 48/.

La difusión del comercio hizo que nuevas gentes, de muy variada condición social, entraran en contacto con esta actividad. Ello propició que el latín fuera desplazado por lenguas vulgares, que se hablaban en las diferentes regiones. Se redactaron diccionarios para mercaderes en latín-cumano (jerga comercial turca) y persa y Glosarios de árabe-latín 49/.

Se escribieron libros por y para comerciantes, como el TRATADO DEL ABACO (LIBER ABBACI 1202), los cuales narraban sus experiencias, enumeraban y describían mercancías; comparaban pesos, medidas y monedas; registraban tarifas aduanales y aconsejaban como defraudar al fisco, entre otras cosas 50/.

La escritura comercial apareció y contrastó con el estilo eclesiástico. Ella era limpia, sencilla, rápida y respondía a las exigencias de la contabilidad y a la claridad de los acuerdos mercantiles. En este proceso de simplificación es probable que las letras de cambio, el contrato de encomienda y

los recibos ayudaran sensiblemente 51/.

Siglos más tarde, en 1454, la escritura recibiria otro impulso fundamental para la formación de una cultura secular alfabetizada y de la comunidad científica, fue la invención de la imprenta por Gutenberg, como lo resalta Isaac Asimov 52/.

Esta invención contribuyeron dos aspectos: "Cuantitativo- al multiplicarse y abaratare los libros el analfabetismo decayó y las ideas nuevas no pudieron controlarse"... "Cualitativo- integró al pensamiento científico que dejó de ser aislado para permitir formar una comunidad científica, que se comunicaba e informaba"

Otro elemento no menos importante fue la aritmética hindú, introducida por los Arabes en Asia Occidental y el norte de Africa, pronto desplazaria a cualquier otro rival de notación matemática en Europa Occidental. Su facilidad para realizar las diversas operaciones aritméticas, operar con números fraccionarios y proporciones la convirtió en un rival invencible. Otra innovación, esta vez proveniente del mundo mediterráneo, la contabilidad por partida doble (1494) revolucionó la teneduría de libros 53/.

Actividades como contar, pesar y medir permitieron desarrollar nuevos niveles de organización y clasificación, que a su vez facilitarían la formulación de patrones generalizadores que contribuirían de manera significativa, aunque sin proponérselo, a la construcción, en el siglo XVII, del modelo mecánico de conocimiento tanto en la ciencia como en la técnica de la sociedad europea occidental.

Otro campo de interés para el comerciante era la geografía

práctica, debido a que su comercio era en gran medida de larga distancia y generalmente marino. El impulso a las escuelas cartográficas genovesas y catalanas produjeron los PORTULANOS, los cuales eran descripciones acompañados de mapas que detallaban las rutas, los puertos y las condiciones de navegación 54/.

Representantes de estos comerciantes-aventureros fueron Marco Polo (1254-1324) su padre Niccolò y su tío Mateo, quienes recorrieron Asia. Marco se convirtió en un eminente diplomático de la corte mongola en la China (1264-1368) de Khublai Kahn. El relato de sus viajes El libro de las maravillas ilustra la imagen geográfica y política de Asia entre los europeos, durante los siglos XIV y XV.

Es muy probable que la cartografía y el dibujo en perspectiva se encuentren estrechamente vinculados y no tuvieron relación con el arte y la geografía medieval. Estos últimos estaban más interesados en destacar la importancia de los personajes o la identificación de las variadas regiones con imágenes alegóricas - serpientes, árboles - que establecer una equivalencia con el contorno geográfico existente 55/.

Ya entrado a pleno siglo XV, debe destacarse en este arte a los hermanos Colón (Bartolomé 1437?-1514 y Cristóbal 1451-1506), quienes primero fueron cartógrafos y después marinos. Existe la creencia de que Cristóbal Colón tuvo que discutir sus proyectos de navegación frente a la idea de que la tierra era plana. Es posible que esta idea fuera común para la cultura

popular, mas no lo era para los intelectuales. Ya fuesen platónicos o escolásticos, ambas concepciones creían que el mundo era redondo. De no ser así hubiera sido difícil acometer una empresa que desafiaba al conocimiento existente DE UNA MANERA TAN ROTUNDA.

Ofrecemos a continuación dos explicaciones sobre la redondez de la tierra dada por los Platón y Aristóteles, que por supuesto eran conocidas por los neoplatónicos y escolásticos. Afirmaba el primero:

"En cuanto a la forma (del mundo) le dió la más conveniente y apropiada a su naturaleza; porque la forma conveniente a un animal que debía encerrar en sí a todos los animales, sólo podía ser la que abrazase a todas las formas. Así pues dió al mundo la forma de esfera". Y Aristóteles argumentaba de la siguiente forma: "Si se admite que el mundo es tal como este hemisferio en toda su redondez..." 56/.

Existen fundadas posibilidades de que incluso Colón tuvo relación con Martin Behaim quien en 1492 transformó la "idea" de la esfera en el primer modelo de globo terráqueo que se tiene conocimiento.

Cabe mencionar que estudiar a la naturaleza implica disciplinar la imaginación, y desplazar el animismo. En esto los artistas - albañiles, escultores, pintores entre otros - desempeñaron un papel destacado e influirían (como afirma Munford) en multitud de disciplinas como la perspectiva, la música, la arquitectura, la ingeniería, así como, la astronomía y la cosmografía 57/.

No debe olvidarse que este tipo de artista debía gran parte de su impulso a sus clientes, que en buena medida eran burgueses, aunque algunos usaran ropajes eclesiásticos.

La escultura naturalista de las iglesias y los edificios municipales del siglo XIII, probablemente impulsó la curiosidad y la exploración sistemática de los botánicos y fisiólogos en el siglo XVI 58/.

Si bien el dibujo en perspectiva favorecía a la aplicación de los métodos cuantitativos, la expresión más notable hacia esta habilidad se plasmó en el interés de medir, regular, contar y racionar el tiempo. Con ello la eternidad dejaba de servir como punto de referencia a la existencia y el sentido de la provisionalidad se hacía patente. El reloj y el calendario constante pasaban a ser la medida de la vida 59/.

El reloj localizado en el edificio central de la ciudad, reflejó congruentemente a la nueva actitud y mentalidad de sus moradores. Dividido en 24 u 12 partes favoreció a una división racional del tiempo.

Debe resaltarse en este proceso que, el intento por mecanizar al tiempo se asocia a nuevos instrumentos como los molinos hidráulicos, la quilla, el codaste. Todos ellos trabajaban en la disociación de lo mecánico y lo animado.

Sólo faltaba un paso para disociar al tiempo de los acontecimientos humanos y a fomentar la creencia de un mundo independiente de secuencias temáticas medible 60/; el mundo especial de una CIENCIA que se ampararía en el modelo mecánico del conocimiento y su correspondiente relación causa-efecto.

Mas aqui surge el problema de cómo explicarse que una cultura estuviese tan dispuesta a utilizar y aprovechar estas aptitudes de manera tan extensa.

El dilema que a la sociedad europea de occidente se le planteó en el siglo XIV era fundamental; o seguía el camino de explorar la naturaleza sistemática y racionalmente o transitaba por los caminos más o menos trillados de otras civilizaciones. Como la musulmana que vio desvanecer esa posibilidad cuando la ortodoxia religiosa de nuevas naciones convertidas, la otomana por el Este y la berebere por el Oeste, cercenaron la cultura helenística en Asia occidental y Africa del norte el/.

En Europa amplios sectores se inclinaban por las nuevas formas de conocimiento, pero el grueso de la sociedad medieval se resistía a este estilo de existencia, que ya había mostrado algunos de los amargos frutos que les deparaba.

El conflicto se definió entre el siglo XIV y XV, pero no fue producto de una toma de decisión consciente o de alguna maniobra hecha por algún sector en particular. Lo más sorprendente es que se manifestó como la crisis más profunda de la estructura social europea, hasta ese entonces.

Inesperadamente las cosas empezaron a ir mal. El comercio medieval que había llegado hasta China, con Marco Polo debido a la seguridad que ofrecía el imperio Mongol, se retrajo hasta las propias fronteras europeas.

La expansión que había experimentado Europa Occidental a través de las cruzadas y el impulso mercantil se vio frenada. El Islam reconquista Trípoli (1285) y San Juan de Acre (1291). Los otomanos se muestran cada vez más agresivos, ya que conquistan Brusa (1326), Nicea (1331) y cruzan los Dardanelos y se internan en los Balcanes en 1356.

Además se hizo patente que la falta de experiencia en la construcción de ciudades hizo que las condiciones higiénicas europeas fuesen deplorables. El aprovisionamiento hidráulico era endeble y las leproserías se multiplicaban 62/.

Aunque muchos campesinos tenían diferentes grados de libertad, la mayor parte de ellos continuaban como siervos, lo que comparativamente se convirtió en un símbolo de discriminación. Es probable que ello condujera indirectamente a la ruina de la propiedad tradicional, lo que se convertiría en un fenómeno verdaderamente decisivo para socavar la estructura feudal.

A lo anterior deben agregarse las quiebras de los grandes banqueros italianos, que por su importancia afectaron a toda Europa. A los Ricciardi en 1300, le siguen los Frescobaldi en 1311, y continúan los Scali en 1326. En una quiebra generalizada las "columnas de la cristiandad" quedan en bancarrota, son los Bonnacorcchi y los Usani, en 1341 y poco después los Peruzzi, los Acciajouli y los Bardi en 1343 63/.

El comercio palidece mientras que la industria urbana entra en crisis. Si podemos dar crédito al cuadro siguiente;

años	piezas de tela producidas
Comienzos del siglo XIV	100,000
1336 - 1338	80 - 70,000
1373	30,000
1383	19,000

Fuente: R. Romano y A. Tenenti. FUNDAMENTOS... p. 28.

Pero la crisis todavía era más profunda porque afectaba a la misma estabilidad social. El descontento campesino y urbano tomó proporciones continentales que se expresaron en numerosas y sangrientas rebeliones; La Jaquerie en Flandes (1358). Los Compi en Florencia (1378), Los Wat Tyler en Londres (1381), Los Tuchins en el Languedoc y Maillotins en Paris (1382). Lo significativo de ellas fue que por vez primera los campesinos empezaron a encontrar aliados en otras capas sociales, en sus rebeliones 64/.

Los cataclismos cíclicos de carestías-epidemias hicieron su temible aparición y proliferaron por toda Europa Occidental. La peste y otras calamidades además de diezmar a la población provocaron movimientos de histeria religiosa, como los flagelantes (1343) y darian pauta también a la relajación de las creencias religiosas más firmes 65/ y a la aparición de divisiones religiosas, como el "Cisma de Occidente" (1378-1429).

Mil hechos de cobardía provocada por temor al contagio rompieron la unidad familiar y la fe religiosa. El sentido de

7

provisionalidad sustituyó al de estabilidad. En suma, en el siglo XIV se produjo el desgarramiento de la cohesión social y cundió la desorganización económica de Europa.

Una ligera idea de esta pérdida de valores medievales lo pueden ofrecer tres atractivos libros ya clásicos; BOCCACCIO, EL DECAMERON y LOS CUENTOS DE CANTERBURY. Muestran a una Europa donde predomina el sentido de la provisionalidad, el gozo por el disfrute terrenal, el placer sexual y sensual, pero también el adulterio, la relajación religiosa, el egoísmo, y la lujuria.

Lo que siguió de ese periodo tan crítico no podía ser algo parecido a lo que dejaban. La ecumene medieval nunca pudo recuperarse, en cambio, la burguesía comercial, las ciudades y todo lo que les rodeaba salieron fortalecidas. Lo que sólo eran pálidas tendencias en el siglo XIII, en el siglo XV se convirtieron en sólidas proyecciones.

El desmoronamiento de la estabilidad feudal provocó que las personas se volvieran filibusteros, descubridores, conquistadores, librepensadores, utopistas, exploradores de la naturaleza y del hombre. El sentido de la curiosidad se abrió en abanico, y otra vez, como había dicho Terencio (c.130-150 A.C) en el momento de la constitución del Imperio Romano: "Nada humano le era ajeno al hombre".

El derrumbamiento del molde feudal también impulsó, como negación de lo anterior, el desarrollo de un molde regimentado. Los personajes más representativos fueron el monje, el

funcionario estatal y bancario, el oficinista del comercio, el soldado y el marino. Todos ellos eran maestros del orden. Esta tendencia finalmente triunfaría sobre los renacentistas, en el siglo XVII 66/. Curiosamente ambas expresiones, el Renacimiento y la regimentación, fueron impulsadas por la burguesía comercial y financiera.

Aunque el fenómeno del Renacimiento no pudo sostener su impulso sobre la sociedad europea mas que por un siglo aproximadamente (1450-1550), sin embargo, aportó una de las etapas más brillantes para la cultura humana. Su importancia si fuera posible sintetizarla quedaria enunciada como la etapa en que el hombre dejó de confiar su destino a las fuerzas sobrenaturales y naturales, porque descubrió que la historia sólo la hacia el hombre.

El Renacimiento debe imaginarse como una explosión de curiosidad sobre el hombre y la naturaleza, esa curiosidad no tenia limite alguno. En esa grandeza se encontraba su debilidad, debido a que, al querer abarcar todo, fue incapaz de construir un modelo de conocimiento aglutinador.

A pesar de ello, el Renacimiento logró una síntesis creativa entre el estudioso y los fenómenos naturales y sociales, a través del trabajo artesanal. Esta unión totalmente original tendria novedosas consecuencias para la ciencia. Principalmente percibir la posibilidad de controlar la observación y en segunda instancia considerar que la experiencia podia ser una fuente de conocimiento. Cabe destacar en ello el impulso, a través del

mecenazgo, que la burguesía comercial otorgó a este proceso.

Este movimiento se ve a sí mismo como renovador del mundo clásico, tras una "larga y oscura edad media". Dirige sus ataques fundamentalmente en contra la escolástica, se burla de su afán discursivo, ridiculiza a las doctas discusiones y ataca sin contemplaciones su interés por alejarse de lo que acontece a través de practicar el silogismo lógico. Juan Luis Vives en sus ataque contra los pseudodialécticos afirmaba (1520) 67/:

"Ocurre que, desorientado aquel con quien contienen por la insólita y peregrina forma y razón de los vocablos, por las extrañas suposiciones, por las extrañas amplificaciones, restricciones, apelaciones; ellos automáticamente, sin ningún consejo ni sentencia pública, se atribuyen el triunfo sobre un enemigo desconcertado por la novedad de las palabras, pero de ninguna manera vencido".

La cultura renacentistas se planteó un ciclo de disciplinas escolares - studia humanitatis - que destacaban la gramática, la retórica, la poesía, la filosofía moral y la historia. Desplazaban a las cuestiones filosóficas, lógicas y metafísicas, así como a las ciencias; matemáticas, física, astronomía, medicina, también las cuestiones jurídicas y teológicas 68/.

Esta apariencia de anticientificidad era sólo superficial, ya que junto al desarrollo de la curiosidad, la creatividad, y la observación de la naturaleza inauguró el primer caso de verificación empírica en la ciencia moderna. Corresponde tal gloria, por cierto, a la historia. Se trató de un caso de falsificación de la Donación Constantina que beneficiaba al

papado. L. Valla después de estudiar el caso afirmó (1440) 69/:

"En primer lugar, no sólo el individuo que usurpó el puesto de Graciano y añadió pasajes a la obra de éste debe quedar convicto de falta de honestidad, sino que los que creen que el documento fue transcrito en el libro de Graciano demuestran su ignorancia. Ningún maestro lo ha enseñado nunca y ni siquiera se ha encontrado en las primeras ediciones del DECRETUM"

Este interés por lo factual fue quizás uno de los elementos determinantes de esta época; ya Petrarca más de un siglo antes dejaba ver esa curiosidad (1336) 70/:

"Hoy he subido al monte más alto de la región... Durante todos estos años había estado proyectando esta excursión, desde mi infancia... Al principio quedé estupefacto como un estúpido impresionado por aquel soplo desconocido de aire y por el vasto espectáculo que se habría ante mi vista".

Leonardo Da Vinci (1452-1519) exploró las montañas de Toscana y Georgius Agricola (Georg Bauer 1494-1555) quien escribiera el primer tratado sobre minería De Re Metallica (1556) hizo lo mismo. Los herbolanos y los tratados de historia natural surgieron durante los siglos XV y XVI 71/. Los alquimistas crearon o por lo menos generalizaron el uso de instrumentos: la retorta, el horno, el alambique. Se difundieron nuevos hábitos como triturar, moler, calentar, destilar, disolver, pesar, contar y medir, copiar al mundo real, en fin se aguzaba la observación y se libraban de la ortodoxia del libro escrito.

Esta avidez por querer alcanzar todo lo humanamente conocible

queda magníficamente descrito por Da Vinci en sus PENSIERI 72/:

"Y si tú tienes amor a tales cosas (estudiar anatomía en cuerpos humanos), tal vez te veas impedido por el estómago; pero si eso no te lo impide, tal vez te veas impedido por el miedo a habitar en tiempo nocturno en compañía de tales muertos descuartizados y descortificados y horribles de ver. Pero si eso no te trastorna tal vez te falte el dibujo bueno y el que necesita tal presentación"...

"Y si incluso tienes el dibujo, pero no aparejado a la perspectiva, o si va acompañado, pero falta el orden en las demostraciones geométricas y el orden de los cálculos de las fuerzas y valimientos de los músculos; tal vez te faltará la paciencia y no serás diligente. De todas estas cosas, si yo las he tenido o no, ciento veinte libros por mí compuestos darán por mi sentencia del sí o del no, en las cuales no me he visto impedido ni de avaricia ni de negligencia, sino solamente por el tiempo".

Este magnífica búsqueda que creó el Renacimiento era demasiado peligrosa para que los hombres sensatos y las instituciones estatales, religiosas y aún comerciales no hicieran algo que permitiera recurrir las creencias en función del orden, aunque fuese un nuevo orden.

La Reforma, y posteriormente la Contrarreforma, lograron apagar en parte esta euforia por el humanismo. La iglesia católica romana, sin embargo, se interesó en conciliar de alguna manera el conflicto surgido entre el conocimiento y la fe. Para ello se aceptó que los individuos más brillantes constriñeran sus observaciones y prácticas revolucionarias a una serie de problemas planteados principalmente por la física escolástica y la astronomía. A veces por la presión moral como en el caso de Galileo Galilei (1564-1642), pero en caso necesario por la

hoguera, como le aconteció a Bruno Giordano (1548-1600).

Finalmente, ya entrado el siglo XVII, la Iglesia aceptó la propósición de Descartes, la cual planteaba que podía existir un mundo ordenado, coherente e independiente susceptible de ser investigado, pero que existía un campo, el alma del hombre, inaccesible a la ciencia. Ello permitió que la labor del hombre en la ciencia pudiera seguir confiadamente en el siglo XVII. No es casualidad que los estudiosos serios de la naturaleza, como Galileo, Descartes, Leibniz, Newton (1642-1727), Pascal (1623-1662) fuesen muy devotos, aunque no necesariamente cristianos romanos ortodoxos 73/.

Serian estos distinguidos pensadores quienes formularan el primer modelo hegemónico de la ciencia moderna, el cual delimitaba su dominio. Se establecía el campo de problemas que abarcaba, es decir, el programa de investigación a desarrollar y se consolidaba UN NUEVO METODO de solución, el MECANICO, así como, también una nueva forma de comunicar los resultados entre los colegas, preferentemente a través de la palabra escrita.

De esta manera se permitía la consolidación de un nuevo modelo de conocimiento científico, esencial y cualitativamente diferente a los anteriores, donde la axiomatización y la experimentación eran sus polos opuestos pero a la vez coincidentes.

Esta filosofía mecánica también beneficiaría a la racionalidad burguesa y se convertía en la conciencia crítica del viejo orden

feudal. Además favorecía la generalización de una cultura tecnológica que reverenciaba al principio de causalidad mecánica y que se consolidaría con la revolución industrial inglesa de finales del siglo XVIII.

Subyacente a estos logros, apareció una nueva actitud científica hacia las estructuras conceptuales y teóricas, la cual destacaba un escepticismo hacia las abstracciones y especulaciones que no estuvieran corroboradas por el experimento. HABIA NACIDO UN NUEVO COMPROMISO CIENTIFICO QUE EXIGIA QUE LAS EXPLICACIONES DE LOS FENOMENOS NATURALES DEBIAN ESTAR AVALADAS POR LOS HECHOS.

Destacaba una filosofía que articulaba al universo, a través de líneas estrictamente mecánicas, en donde la relación de causa-efecto venía a ser el elemento nodal de toda explicación científica 274/. El triunfo indiscutible de la física para seguir este derrotero le permitió convertirse en el ideal de todo conocimiento que aspirara al rango de ciencia, por espacio de casi tres siglos.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

1.- Véase el interesante trabajo de Lynn White. TECNOLOGIA MEDIEVAL Y CAMBIO SOCIAL. pp. 17-93.

2.- John Bernal p.263. también Jan Dondt. "La vida cotidiana y el desarrollo técnico" en LA BAJA EDAD MEDIA. Ambos coinciden en señalar que los siglos VIII y XI son una especie de preparación del "gran salto hacia adelante" que se producirá a partir del siglo XI Europa Occidental.

3.- Véase a Henri Pirenne en HISTORIA ECONOMICA Y SOCIAL DE LA EDAD MEDIA p. 11 y 12.

4.- Lewis Mumford. TECNICAS Y CIVILIZACION. p. 47 .

5.- Jan Dhont en LA ALTA EDAD MEDIA. p.352-3.

6.- En "Theologia platónica de immortalitate animorum" en TEXTOS FUNDAMENTALES PARA LA HISTORIA. Miguel Artola. Compilador. Consúltese también a: Dhont p.353 y Lewis Mumford p. 45.

7.- Jan Dhont: afirma: " Debe notarse que del siglo IX AL XI toda la alta administración quedó en manos de la iglesia".p. 353. Pirenne concuerda con esta observación. p.17.

8.- Edward Grant en LA CIENCIA FISICA EN LA EDAD MEDIA, Jan Dhont y Lewis Mumford coinciden en que a partir del siglo X se aprecian significativos cambios en la mentalidad de la época, aunque cada autor lo haga desde temáticas muy disímiles. Por otra parte, es necesario atacar el prejuicio eurocentrista de que los europeos de occidente son los continuadores directos de la cultura griega clásica. Lo cierto es que esta afirmación es muy discutible porque culturalmente, el helenismo estaba más cerca de Asia y de Africa Occidental, antes del siglo XII d.n.e.. que de Europa occidental. En la actualidad es un patrimonio de la humanidad.

9.- Los conocimientos de G. de Aurillac se debían a su permanencia en la marca hispánica, a la sazón bajo la influencia árabe. Véase a Jan Dhont. LA ALTA EDAD MEDIA. p. 356 y E. Grant. LA CIENCIA FISICA...pp. 35-37. Importantes reconocimientos se han hecho a la cultura árabe como receptora, continuadora e impulsora de la cultura helenística. Destacan Alexandre Koyré en su HISTORIA DEL PENSAMIENTO CIENTIFICO p 17-19 y John D. Bernal en LA CIENCIA EN LA HISTORIA. p. 283-289. contrastan sus conceptos con la idea de Crombie, el cual considera que los árabes añadieron poco al contenido del saber griego "más importante fue el cambio de concepción del propósito con que debía estudiarse la ciencia". En HISTORIA DE LA CIENCIA MEDIEVAL. p. 44.

10.- Jan Dhont. LA ALTA EDAD MEDIA. p.354-5.

11.- IBIDEM. y Edward Grant. LA FISICA EN LA EDAD MEDIA. p. 68.

12.- Jan Dhont. LA ALTA... p. 355.

13.- Consúltese LA CIENCIA FISICA EN LA... p 38-40. Lo mismo que A.C. Crombie en HISTORIA DE LA CIENCIA p. 28.

14.- Véase Edward Grant. LA CIENCIA FISICA... p. 48.

15.- Lewis Mumford. TECNICA Y... p. 46.

- 16.- Véase TECNICAS Y CIVILIZACION. p. 49.
- 17.- Alexandre Koyré pp. 22-23.
- 18.- Grant afirma que a pesar de ser aristotélico Aquino no vaciló en criticar duramente al maestro. LA CIENCIA FISICA... p. 91.
- 19.- IBIDEM... pp. 58-60.
- 20.- IBIDEM... pp. 61-62.
- 21.- Para conocer las características de esta línea puede consultarse a LA CIENCIA FISICA EN LA... pp. 63-68.
- 22.- Una semblanza estupenda de la construcción platónica en la Baja Edad Media puede ser consultada en Koyré. ESTUDIOS DE HISTORIA DEL PENSAMIENTO... pp. 22-26.
- 23.- Edward Grant. LA CIENCIA FISICA... p. 48.
- 24.- IBIDEM p. 52.
- 25.- IBIDEM.
- 26.- IBIDEM p. 172. Issac Newton conscientemente evitó la idea de trabajar a base de hipótesis debido probablemente a sus implicaciones escolásticas.
- 27.- ESTUDIOS DE HISTORIA DEL... p. 16.
- 28.- LA CIENCIA FISICA EN LA... p. 78.
- 29.- Los cambios que se operan a partir del siglo X no han pasado desapercibidos por los estudiosos. Pirenne hace notar que a partir ese siglo se notó un movimiento poblacional ascendente que se nota claramente en el siguiente siglo. En HISTORIA... p. 55. Romano y Tenenti afirman: "Ni es imprudente afirmarlo y no es inútil repetirlo; todo éxito colectivo en el terreno comercial de los siglos XII y XIII está estrechamente vinculado al florecimiento de la agricultura de esos siglos". En LOS FUNDAMENTOS... p.10. y Bernal señala: "A partir del siglo X se empezaron a sentir las ventajas económicas intrínsecas de Europa". En LA CIENCIA EN LA... p. 304.
- 30.- Henri Pirenne p. 56.
- 31.- La ciencia helenística, la cual no debe confundirse con la cultura griega, contempla entre sus fenómenos más destacados su difusión por toda Asia hasta la India y el norte de Africa. Véase LA CIENCIA EN LA HISTORIA. p. 224-242.
- 32.- Henri Pirenne. HISTORIA... p.10.
- 33.- HISTORIA ECONOMICA Y ... p.57.

- 34.- Rugiero Romano y Alberto Tenenti en LOS FUNDAMENTOS DEL MUNDO MODERNO p. 10. y Jaques Le Goff. MERCADERES Y... p. 11.
- 35.- Le Goff en MERCADERES Y BANQUEROS... p.110.
- 36.- Lewis Mumford. TECNICA Y ... p. 21.
- 37.- Pirenne. HISTORIA... p.40.
- 38.- Le Goff. MERCADERES Y... pp. 6-7 y 32-33.
- 39.- Cr. Gordon Childe. LOS ORIGENES DE LA CIVILIZACION. pp. 173-218.
- 40.- Le Goff. MERCADERES... pp. 76-80.
- 41.- Pirenne. HISTORIA...p. 76. Un fisico japonés, Hideki Yukawa, en cambio, atribuye a cierta cualidad mental de los europeos lo que permitió arribar al conocimiento científico moderno. En EL HUMANISMO EN LA CIENCIA. pp.41-50.
- 42.- Le Goff. MERCADERES... p. 110.
- 43.- Lewis Mumford. TECNICA Y... pp. 39-41.
- 44.- Pirenne. HISTORIA... pp. 31-33.
- 45.- Le Goff MERCADERES... p. 110.
- 46.- Le Goff. MERCADERES... p. 110.
- 47.- IBIDEM ps. 110-111.
- 48.- Pirenne. HISTORIA... p. 93.
- 49.- Le Goff. MERCADERES... p. 114.
- 50.- IBIDEM p. 115.
- 51.- IBID. p. 32.
- 52.- Isaac Asimov. HISTORIA UNIVERSAL ASIMOV. LA FORMACION DE FRANCIA. p. 256-257.
- 53.- Le Goff. pp. 111-113.
- 54.- IBIDEM p. 113.
- 55.- Lewis Mumford. TECNICA Y... pp. 34-5.
- 56.- En "Timeo" en TEXTOS FUNDAMENTALES... p. 348. Y "Sobre el cielo" en IBID. p. 349.
- 57.- Lewis Mumford. TECNICA Y...p. 54

- 58.- IBIDEM ps.44-45.
- 59.- IBIDEM PS. 29-31 y Le Goff. MERCADERES... p. 116, este autor destaca el interés del burgués por hacer constante el calendario, con la finalidad de regular los balances anuales.
- 60.- IBIDEM p. 32.
- 61.- Koyré. ESTUDIOS DE... p. 19.
- 62.- Romano y Tenenti. FUNDAMENTOS... p. 3.
- 63.- IBIDEM p. 33. y Pirenne quien afirma: "En Italia, la mayor parte de los grandes bancos, que por tanto tiempo dominaron el comercio del dinero, se derrumban en ruidosas quiebras". HISTORIA... p. 141.
- 64.- IBIDEM ps. 141-151 y Romano ET AL. FUNDAMENTOS... pp. 15 y 18.
- 65.- IBIDEM ps. 8-9.
- 66.- Lewis Munford. TECNICA Y... p. 57.
- 67.- Juan Luis Vives "Contra los pseudodialécticos" en Miguel Artola. TEXTOS FUNDAMENTALES PARA LA HISTORIA. ps. 189-190.
- 68.- Artola. IBID. p. 167.
- 69.- L. Valla "De dominatione constantiniana" en TEXTOS...pp. 178-179.
- 70.- Petrarca "Familiam rerum libri" en TEXTOS... ps 194-195.
- 71.- Lewis Munford. TECNICA Y... p. 46.
- 72.- Da Vinci "Penseri" en TEXTOS... PS. 206-207.
- 73.- Lewis Munford. TECNICA Y... p. 49.
- 74.- IBIDEM p. 60.

## PRIMERA PARTE.

### CAPITULO. 2. DEL ASCENSO A LA INCONSISTENCIA EN EL MODELO MECANICO DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO.

Mientras en la ciencia se operaba la difícil síntesis entre la escolástica, el Renacimiento y en menor medida el neoplatonismo, el resto de la sociedad europea de occidente, se encontraba trabada en una mortal lucha entre las formas tradicionales de cultura y una nueva superestructura, la comercial, que, como se ha visto avanzaba irresistiblemente. En el plano social, casi coinciden cronológicamente con la consolidación del modelo de conocimiento mecánico; los "estados generales" en 1648 y la revolución "gloriosa" en 1688, en ambos casos, el holandés y el inglés, la burguesía comercial logró imponerse 1/.

Estarían en formación estas condiciones socioeconómicas cuando el modelo mecánico, en la ciencia, se inició bajo la influencia de Galileo (1564-1642), quien representó una transición y una síntesis entre la escolástica y la influencia renacentista. Galileo no era un hombre fuera de los problemas de su época, existían planteamientos teóricos cercanos aunque anteriores a él. Juan Buridan (1300-1358), filósofo escolástico estableció que a través del 'impetu' puede existir un movimiento rectilíneo uniforme si no existe obstáculo. Pero finalmente negó tal posibilidad y de esa manera evitó entrar en conflicto con los teólogos. Nicolás Boneto fue otro antecesor de Galileo, por cuanto que acepta el movimiento en un vacío hipotético y la

existencia de una variedad de impetu permanente y autodisipante (cosa aceptada por Galileo durante cierto tiempo) 2/. El primer sabio que rompió completamente con Aristóteles fue Telesio (1509-1588) y estableció un sistema rival. "Su gran contribución fue abandonar la causa formal y la causa final, para conservar únicamente la causa material y la causa eficiente. Esta idea fue seguida por todos los científicos posteriores" 3/. Sin embargo, las aportaciones galileanas serían tan significativas por la manera de confirmarlas y comunicarlas que provocaron la aparición de un nuevo y revolucionario modelo científico.

Galileo desechó del sistema aristotélico los principios, las demostraciones lógicas y el método escolástico de exponer los resultados y tomó, en cambio, una parte de su física, aquella que se refería a los problemas del movimiento local 4/ y también recogió el interés por la matematización de los problemas. Del Renacimiento Galileo tomó el interés por conocer los fenómenos físicos a partir de los hechos físicos. Ello implicó observar, bajo ciertas condiciones, a la naturaleza.

Las exigencias experimentales lo relacionaron estrechamente con los maestros artesanos lo que le permitió revalorar las actividades manuales e incorporarlas al quehacer científico. Esta era una influencia renacentista. Además tuvo un perspicaz sentido de la oportunidad, probablemente tomado de la saludable tradición comercial italiana.

Sin embargo, como personaje de transición, Galileo, osciló en la etapa que se refiere a la forma de comunicar sus hallazgos entre

la discusión, la verificación y la axiomatización. Pierre Thuiller apunta al respecto 5/:

"Galileo oscila entre dos filosofías. Unas veces se conforma al ideal 'arcaico' (heredado de Aristóteles) de una ciencia perfectamente DEMOSTRATIVA; de 'principios' totalmente evidentes se deducen 'teoremas' también evidentes. Otras veces razona de una manera mucho más ágil, más moderna, valorando el papel de las pruebas EXPERIMENTALES. Los textos que nos legó son a este respecto de gran diversidad (sino contradictorios).... La actitud que me parece más razonable es la de no querer dar al pensamiento de Galileo más coherencia de la que tuvo".

La originalidad de Galileo no se basó únicamente en realizar una síntesis entre ciertos elementos aristotélicos y renacentistas, sino en añadir algo de su propia cosecha; el realizar experimentos, es decir, establecer un CONTROL sobre la observación. Aunque no está del todo claro si Galileo conoció la obra de Arquímedes llamada METODO, la cual fue publicada en 1543, si ello fuera así, lo cual es muy probable, la experimentación sería también una inspiración renacentista (ese año de 1543 fue particularmente fecundo ya que también se publicó la obra de Copérnico DE REVOLUTIONIBUS y la FABRICA de Vesalio 6/).

El experimento, desde la perspectiva actual, puede considerarse como el elemento revolucionario de este nuevo modelo de conocimiento. Pero, para la concepción de esta época había algo más fundamental. La astronomía y la física, por ejemplo, permitían fijar la atención en un sistema, pero lo relevante era que podía convertirse en un SISTEMA DE CONOCIMIENTO MECANICO. Lo significativo para estos hombres era que se podían abstraer de cierto tipo de hechos una armazón matemática y lógica y establecer

una relación mecánica de causa efecto, algo que en verdad era manipulable para el pensamiento racional.

El ejemplo más patente de que la experimentación quedaba subordinada a la racionalidad se puede apreciar en el momento de llegar a la generalización, o sea, a la teorización. Conclusiones como "El móvil persiste uniformemente en su movimiento horizontal si no enfrenta con ninguna resistencia", CARECIA DE EVIDENCIA EMPIRICA 7/.

Issac Newton (1642-1727) llevaría adelante el priorizar la racionalidad por sobre la experimentación, cuando planteó la existencia de una clase de propagación instantánea a distancia, lo mismo que su concepto del espacio, como un vacío infinito y homogéneo sin oposición; así como la existencia del "éter" 8/, que era una especie de materia sutil que impregnaba al espacio (concepto que en muy poco difiere del "éter" planteado por aristóteles). Todas ellas eran categorías necesarias para la elaboración de la teoría en la física aunque no necesariamente podían verificarse.

Lo significativo del modelo científico moderno fue que sólo la observación que podía matematizarse y axiomatizarse resultó ser el elemento determinante para indicar cuales eran los fenómenos y por ende las disciplinas que podían convertirse en ciencias. Los problemas demasiado complejos para alcanzar la precisión anhelada con los rudimentarios instrumentos de la época eran catalogados como fuera de la competencia de la ciencia. En rigor fuera del nuevo programa científico.

Por ello, la verificación hecha por Valla (1440) para elucidar la verdad o falsedad de las donaciones de Constantino a la iglesia romana 9/, no fue admitida en el selecto club de la ciencia. La biología, que gracias al experimento de William Harvey (1578-1657), en 1628, pudo convertirse en la otra gran rama de la ciencia en el siglo XVII, fue ignorada por cuanto que sus observaciones no podían matematizarse 10/.

El desdén con que fueron tomados los hallazgos de Harvey por la comunidad que había abrazado la mecánica, sólo fue superada por el desprecio que varios de sus colegas expresaron por sus descubrimientos. Por ejemplo, a las siguientes afirmaciones, de Harvey, en torno al movimiento del corazón 11/.

"Lo primero que se observa al abrir el pecho de todos los animales y diseccionar la cápsula que envuelve al corazón, es que este se mueve y a ratos descansa, es decir, que durante un tiempo se mueve y en otro permanece privado de movimiento".

El médico Parisanus replicó, en 1663 12/, a la afirmación de la existencia del diástole y el sistole del corazón, de la siguiente manera:

"Ni nosotros, pobres sordos, ni ningún médico de Venecia puede oírlos, pero que sea tres veces feliz quien los oiga en Londres". (sic).

Por lo anterior no es de extrañar que los conocimientos que pasaron a ocupar el rango de ciencia, en el siglo XVII, serían la física, la astronomía, la geometría y las matemáticas. Todos aquellos conocimientos que aspiraran a ocupar este nivel,

tenían que imitar tanto los métodos de investigación, como las formas de generalización, e incluso copiar las formas de comunicación científicas instituidas para el efecto.

Por lo que se refiere a las características del METODO DE INVESTIGACION del modelo mecánico del conocimiento, se destacó la búsqueda de la precisión y la exactitud, a través de lo que podía medirse, pesarse o contarse. Se eliminó el mundo de las cualidades, de las percepciones sensoriales y la existencia mediante fines o significados. El comunicado científico, por su parte, obligó a pasar del concepto empírico al matemático. A la vez las matemáticas debieron transformarse para poder ofrecer nuevos instrumentos. El experimento se presentó como un elemento ratificador indispensable para la teoría. La teoría finalmente se expresaba en forma axiomática.

El aporte de Newton resultaría fundamental para consolidar el nuevo método de investigación. Hizo que las identidades matemáticas se aproximaran a la física, para poder representar al movimiento a través de puntos y líneas en el espacio. Este movimiento por definición era intemporal realizado dentro de un espacio homogéneo. Debido a esta peculiar circunstancia que guarda el espacio y el tiempo newtoniano, resulta tan difícil justificar la hipótesis de que la ciencia tenía intereses muy estrechos con la economía de ese tiempo. Es posible relacionar más fácilmente a esta teoría con los conflictos religiosos y morales e ideológicos de aquella época, que con los intereses económicos directos de la burguesía comercial y menos la industrial. Newton también logró que la naturaleza y el espacio

se conceptualizaran geométrica y matemáticamente. La astronomía y la física se unieron gracias, en parte, a la geometría.

Además sería el propio Newton quien establecería, también, las pautas para imponer un estilo elegante y preciso en el informe científico final conocido como hipotético-deductivo o de inducción explicativa. Como apunta en su TRATADO DE LAS REFLEXIONES REFRACCIONES INFLEXIONES Y COLORES DE LA LUZ 13/.

"En este libro no pretendo explicar mediante hipótesis las propiedades de la luz, sino presentarlas y probarlas mediante la razón y los experimentos. Para ello propongo como premisas las siguientes definiciones y axiomas:"

Y por si hubiera alguna duda Newton inicia su OPTICA con ocho definiciones, ocho axiomas y posteriormente pasa a elaborar varias proposiciones en forma de teoremas, para finalmente demostrarlos experimentalmente 14/.

Otra de las anotaciones de Newton fue unir el conocimiento del universo y la tierra, porque hasta antes de él existían dos clases de realidades: las de este mundo y las de arriba, como <sup>1</sup>apuntaba Aristóteles, más de un milenio antes 15/:

"Por todo ello, razonando con todos estos argumentos, podemos admitir que existe algo distinto y separado de los cuerpos que nos rodean, cuya naturaleza es tanto más noble cuanto mayor es su distancia de aquí"

Esta separación entre lo celestial y lo material se hace añicos en el siglo XVII. Koyré destaca este nuevo papel del modelo mecánico 16/:

"Newton y el paradigma mecánico tiene el mérito de haber impugnado la existencia del Cosmos, es decir, que el mundo verdadero ya no se considera o concibe, como un todo finito y jerárquicamente ordenado y por ende diferenciado cualitativa y ontológicamente, sino como un universo abierto, indefinido y aún infinito unificado...por sus contenidos y leyes...Un universo en el cual la FISICA COELESTIS Y LA FISICA TERRESTRES, se identifican y se unifican, en el cual la astronomía y la física se vuelven interdependientes y unificadas por ser dominadas por la geometría".

Pero si con su física, Newton une por leyes comunes los fenómenos del cielo y la tierra, no es menos cierto que esas leyes no se referían al mundo material en donde la gente vivía, como lo recuerda Koyré<sup>17</sup>:

"El movimiento del cual trata esta ley, no es el movimiento de los cuerpos que nos rodean. No lo encontramos en nuestra vida diaria; es el movimiento de cuerpos 'arquimedianos', geométricos, en el espacio absoluto. Esa es la razón por la que no tiene nada que ver con el cambio: el 'movimiento' de cuerpos geométricos, en un espacio geométrico, no cambia absolutamente nada. Los 'lugares' en un espacio tal, son equivalentes y aún idénticos"

El éxito arrollador de la física para explicar y demostrar gran parte de los problemas que se impuso hizo que sus aspectos específicos se considerasen esenciales en la construcción de cualquier ciencia. El método hipotético-deductivo o de inducción explicativa se impuso férreamente.

Esta imposición del método mecanicista se imponía a pesar de que la diferencia que había entre el método de investigación, es decir, la manera como operaba el científico y el aparato formal que rodeaba al comunicado científico. Sobre todo si se conocían algunas anécdotas del trabajo de Newton (por ejemplo, que guardó por espacio de 20 años sus trabajos sobre la atracción

entre la luna y la tierra, debido a que no coincidían sus razonamientos con sus cálculos. Sólo una medición más precisa de la circunferencia de la tierra le permitió confirmar su razonamiento). En el modelo mecanicista el método de investigación quedó opacado y aun soterrado por la brillante comunicación. Apunta Reichenbach a propósito 18/: "La física de Newton, por ejemplo, aplica una complicada teoría deductiva como instrumento de legalización inductiva".

La omisión del método, es decir, la forma en cómo se hace la investigación, no pasó desapercibido. Más tarde, John Stuart Mill (1806-1873) hizo las siguientes consideraciones en torno al conocimiento deductivo 19/.

"Los fenómenos más complexos tienen que ser investigados por el método deductivo: este consta de tres partes: 1a. inducción directa; 2a. raciocinio y 3a. verificación; la primera puede estar sustituida por una deducción, pero esta a su turno tiene como base la inducción".

La parcelización de los problemas en la mecánica fue otra de las características de este modelo, el cual fue captado por Lewis Mumford, quien apuntó 20/:

"Lo que las ciencias físicas llaman el mundo no es el objeto total de la común experiencia humana. Es sólo aquellos aspectos de esta experiencia que se prestan a sí mismos a una observación precisa de los hechos y las afirmaciones generalizadas. Se descartaron complejos orgánicos y se buscaron elementos aislados. El conocimiento se volvió ahistórico".

De esta manera se modeló un modelo científico cuyos principios pudieron enunciarse de la siguiente forma:

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

1. Se eliminaron las cualidades y lo complejo se simplificó. Se atendieron sólo a los hechos que se pudiesen contar, pesar, medir, y constatar. Se excluyó cualquier relación entre espacio y tiempo que no pudiera controlarse y repetirse. Ello implicó la idea de un conocimiento ahistórico, cuyo espacio era homogéneo.

2. La observación se concentró en el mundo externo, y el observador se eliminó o se neutralizó con relación a los datos con los cuales trabajaba.

3. Las reglas o principios metodológicos eran la racionalidad, la objetividad, muy emparentada con la neutralidad del observador, pero fundamentalmente con el reconocimiento de que las leyes naturales existían independientemente de la conciencia del hombre, la sistematización de las operaciones y la comprobabilidad, es decir, la demonstración experimental de los principios teóricos.

4. Existían otros valores apreciados por los científicos que intervenían en la aceptación y apreciación de la teoría expuesta. Se hace referencia a la Belleza, que estaba relacionada con las deducciones realizadas y el tipo de matemáticas involucradas. La Simplicidad, que establecía que entre dos teorías con igual capacidad de generalización se debía preferir aquella que fuera más sencilla. Y la Unidad que indicaba que un programa de investigación debería tender a unificar teorías que en ese momento no eran reconciliables.

5. Los problemas se delimitaron a un campo específico, la física y la astronomía fueron los modelos dominantes. Además se especializó el interés, y se subdividió el trabajo.

6. Sólo la observación que podía ser matematizada, y axiomatizada formó parte del conocimiento científico. Los datos obtenidos eran exactos, repetibles y se manifestaban en una relación mecánica de causa-efecto.

7. El objetivo de la ciencia era encontrar la verdad, la cual era una, absoluta, exacta y universal.

8. Las leyes enunciadas tenían carácter natural (equivalente a eterno) e irrefragable (que no podían modificarse).

9. La forma de presentación del comunicado científico debía hacerse en forma axiomática. Por ello se presentaba de forma deductiva, en un orden preestablecido; que debía partir de principios, seguir con axiomas, y deducir los teoremas correspondientes hasta llegar a las demostraciones experimentales.

Un aliado casi incondicional del modelo mecánico del conocimiento científico fue la filosofía racionalista que a pesar de estar más apegada a la tradición escolástica propició un acercamiento entre el pensamiento aristotélico y el platónico al privilegiar la matematización de la naturaleza.

Este modelo propugnaba por el método deductivo, sólo que reinterpretado de una manera original, como apuntó John Bernal 21/:

"Descartes se pronunció por la certera estocada de la intuición pura, considerando que al lograr la claridad de pensamiento tenía la posibilidad de descubrir todo lo que fuera racionalmente cognoscible, de tal modo que el experimento viene a ser esencialmente un auxiliar del pensamiento DEDUCTIVO. No es extraño que esta concepción se uniera estrechamente al paradigma mecánico".

Los representantes más destacados del racionalismo fueron Descartes, Baruch Spinoza (1632-1677) y Leibniz 22/. Sus intentos por axiomatizar la ética y la moral tuvieron un éxito dudoso, aunque no fue así en matemáticas y en lógica, porque el sistema cartesiano estableció un conjunto de conceptos que servían como sustento del modelo mecánico para explicar el mundo material de una manera rigurosamente cuantitativa y geométrica.

El racionalismo, establece un acercamiento entre el pensamiento aristotélico y el platónico, ya que al privilegiar la matematización de la naturaleza, establece un vínculo indisoluble con Platón. Afirma Reichenbach al respecto 23/:

"Un conocimiento del mundo físico que no ha asumido todavía la forma matemática no es, para Platón, conocimiento auténtico... tiene que esperar a su transformación en matemáticas antes de alegar que merece el calificativo de verdad".

Como filosofía y práctica científica la mecánica a pesar de su importancia no fue una corriente totalmente hegemónica, también existió y fue importante una corriente empirista que planteaba una concepción y una teoría corpuscular de la física que, como dice Koyré, "era menos matemática y menos deductiva y

más empírica y experimental y se inspiraba en la concepción lucresiana, epicureana y democriteana de una composición atómica. Pierre Gassendi (1562-1655), Gilles de Roberval (1602-1675), Robert Hooke (1635-1703) y Robert Boyle (1627-1691) [el mejor representante del grupo], todos ellos se oponen con su filosofía CORPUSCULAR, más tímida, más cauta, y más segura que el parmatematismo de Galileo y Descartes. Para ellos la naturaleza estaba escrita en caracteres corpusculares, no geométricos 24/ .

El empirismo utilizaría como filosofía alternativa a la inducción. Debe señalarse de que a pesar que ofrecían un modelo que chocaba con la mecánica, muchos de sus principios eran similares, tal como la relación causal, la neutralidad del observador, la búsqueda de la verdad, y originalmente la ahistoricidad del conocimiento, entre otras cualidades. Sus impulsores serían Francis Bacon (1561-1626) y David Hume (1711-1776). Al respecto Hans Reichenbach afirma 25/

"Hasta el surgimiento de la ciencia moderna, alrededor de 1800, no empezó el empirismo a adoptar la forma de una filosofía positiva y bien fundamentada, capaz de entrar en ventajosa competencia con el racionalismo. Los tiempos modernos nos han brindado los grandes sistemas empiristas de Francis Bacon (1561-1626), John Locke (1632-1704) y David Hume (1711-1776)".

Dicha postura filosófica, cuyos antecedentes podrían rastrearse en los filósofos Jonios, tenía ante sí imponentes obstáculos lógicos, teóricos e instrumentales. En efecto, la negativa de Bacon de usar en su método recursos lógicos lo obligaba a partir supuestamente de los datos, sin que mediara ningún criterio anterior para su selección. Además se encontró con la paradoja de

que si quería ser consecuente no podía usar ningún instrumento lógico para ascender a la teoría. John Bernal destaca las características del método inductivo imaginado por Bacon 26/:

"Bacon consideró que el método consiste en recolectar materiales, efectuar experimentos en gran escala, y encontrar resultados partiendo de una gran masa de evidencias, o sea, que concibió esencialmente el método INDUCTIVO".

El único elemento lógico que a juicio de Bacon cabía aceptar para la captación del conocimiento científico era la capacidad de ORDENAR los hechos; por ello no concuerdo con la afirmación de De Gortari de que "La LÓGICA INDUCTIVA de Bacon encuentra su realización contemporánea y fecunda en la MECÁNICA de Galileo" 27/. El método de Galileo es mucho más elaborado y apegado a la razón, por ello tiene más cercanía a la postura de Descartes que al método de Bacon.

Como segunda limitación a la inducción, en un nivel más abstracto, se encontraba el tipo de conocimientos que se pretendía hallar. La concepción reinante exigía el arribo de la verdad y la certeza. Hume fue el primero en plantear este obstáculo al empirismo al enunciar dos tesis para la inducción y un corolario un tanto crítico, como señala Reichenbach 28/:

"El carácter no analítico de la inducción es la primera tesis de Hume...La inducción no puede justificarse refiriéndose a la experiencia, tal es la segunda tesis de Hume...Por tanto la inferencia inductiva es injustificable" lógicamente.

En consecuencia un empirismo radical niega la posibilidad del conocimiento lógico. Hume trataría de suavizar esta conclusión

llamando a la creencia en un hábito, que no será otra cosa que una explicación psicológica de su fe por la inducción.

John Stuart Mill (1806-1873) en un proceso autocrítico reconoció que la imposibilidad de justificar el conocimiento por medio de la inducción era una barrera insalvable para el empirismo, ya que se daba cuenta de que el conocimiento presente no garantizaba la existencia de un conocimiento futuro exactamente igual 29/:

"La inducción es la operación del espíritu por la que inferimos que lo que sabemos es cierto en uno o varios casos particulares de un fenómeno será cierto en TODOS los casos que en cualquier tiempo se parezcan, en determinadas circunstancias, al primer caso", sin embargo, "Durante millares de años los hombres han afirmado que los cisnes son blancos y ha bastado una afirmación contraria para que dudemos de que sea cierto... El que explique porqué se produce tal diferencia en el grado de certeza, en casos como el referido, sabe más de la filosofía de la lógica que el más sabio de los antiguos".

El empirismo se vio a sí mismo empujado a probar que el conocimiento empírico era tan bueno como el matemático, error lamentable. Al no poder demostrarlo, debido a que era incapaz de predecir los acontecimientos futuros con la exactitud de los presentes, la inferencia inductiva acabó presentándose como injustificable 30/. La respuesta adecuada a esta limitante a la inducción no la podían dar los filósofos por más sabios que fueran, correspondería a los científicos encontrar respuesta a esta incógnita. Respuesta que pondría de cabeza al mismo modelo mecánico. Pero mientras ella no llegara, la inducción sólo tendría como defensa el hecho de que ella se usaba porque era útil, y no porque tuviera consistencia lógica.

Mientras que la inducción carecía de elementos para resolver sus propias contradicciones lógicas, el modelo mecánico se consolidaba, no sólo en la física si no en otros ámbitos vitales. La imposición de la mecánica fue un triunfo también sobre la cultura europea occidental tradicional, y se especificó en un culto hacia la "máquina", es decir, a la subordinación de la amplia, compleja y contradictoria naturaleza por la función de utilidad. Nada es más representativo del modelo mecánico que la máquina, en ella se sustituyen los demás atributos; colores, olores, sabores, estética, belleza, armonía, por un sólo elemento, producir bienes. La misma mercancía que posee un doble valor, de uso y de cambio, deberá subordinar su utilidad a los elementos cuantitativos, a la fantástica forma DINERO-MERCANCIA-DINERO INCREMENTADO (D-M-D'). Es definitivamente la revolución industrial la que permite la consolidación del modelo mecánico dentro de la sociedad europea de finales del siglo XVIII, a través de una nueva clase social, los empresarios industriales.

En la vorágine varias disciplinas imitaron los métodos de la física. Entre ellos destacó, en las ciencias sociales, la economía política. Francois Guesnay (1694-1774), Adam Smith (1723-1790) y David Ricardo (1772-1823) elaboraron un par de teorías que se apegaron al modelo mecánico.

Los fisiócratas reconocían que: "Los hombres en sociedad deben estar sujetos a leyes naturales y positivas...las cuales son inmutables e irrefragables 31/. Y los liberales consideraban que existían ciertas cualidades en la naturaleza humana, como el

comer o respirar, que permiten "permutar, cambiar, y negociar una cosa por otra" 32/. Además enunciaron la existencia de un precio "natural". Ricardo transportaría este modelo a las relaciones económicas internacionales, para demostrar que la industrialización inglesa era un producto "natural", es decir, eterno, de la división internacional del trabajo.

Destacan en este planteamiento económico que las leyes del mercado eran naturales; por tanto funcionaban sin importar el espacio y el tiempo. Ello equivalía a afirmar que estas leyes operaban para cualquier región y en cualquier tiempo. No importaba que se tratara de bosquimanos contemporáneos, o comunidades primitivas paleolíticas.

La economía clásica obtuvo un reconocimiento casi universal, aunque muchas de sus premisas y de sus predicciones resultaran falsas o nunca se cumplieran, porque se amparaban en el modelo científico aceptado por la mayoría de los investigadores.

Existían por supuesto otros investigadores que usaron métodos diferentes, como Richard Cantillón (c. 1680-1734), de quien se publicó en 1755 su ENSAYO SOBRE LA NATURALEZA DEL COMERCIO EN GENERAL. En él destaca su interés por demostrar históricamente las ventajas y desventajas de determinadas situaciones económicas 33/:

"Examinando las particularidades de cada sector advertiremos siempre que la exportación de cualquier MANUFACTURA es ventajosa para el Estado, porque en este caso el extranjero paga y sustenta siempre obreros útiles del nuestro"...Sin embargo,

no sería ventajoso colocar al Estado en pie de enviar anualmente al extranjero grandes cantidades de sus MATERIAS PRIMAS para obtener en pago manufacturas extranjeras. Ello vendría a debilitar y disminuir los habitantes y a las fuerzas del Estado, por ambos extremos." (subrayado mío)

El trabajo de Cantillón permaneció casi olvidado hasta que William Stanley Jevons (1835-86), casi siglo y medio después, en 1871, puso de manifiesto la claridad con que Cantillón expuso problemas tales como: la circulación del dinero, la primacía de la demanda, los secretos del intercambio internacional y el trabajo como fuente de valor 34/.

El otro caso que valdría la pena citar es Tomas Malthus (1766-1834) quien fue vilipendiado como el creador de la economía política "vulgar". Pero que obtendría su reconocimiento de Darwin y posteriormente de John Maynard Keynes (1883-1946), quien lo calificó como el "primer economista de Cambridge" e hizo notar las características de su método 35/:

"En las discusiones económicas, Ricardo era el teórico abstracto y apriorístico, Malthus el investigador inductivo e intuitivo que aborrecía alejarse demasiado de lo que podía probar con referencia a los hechos y por sus propias intuiciones". Y hace esta reflexión: "Después de un lectura cuidadosa de esa correspondencia no se puede dejar de tener la sensación de que la casi destrucción del método de Malthus y el dominio ejercido por el de Ricardo por un periodo de un centenar de años ha sido un desastre para el progreso de la economía".

A pesar de la opinión de Keynes acerca de la postura empírica de Malthus. El resulta un científico de transición entre el método hipotético deductivo y el empírico. Su debatido y más conocido trabajo ENSAYO SOBRE POBLACION (1798) se apega al primer modelo 36/:

"Creo poder asentar dos postulados siguientes:  
...10. El alimento es necesario a la existencia del hombre. 20. La pasión entre los sexos es necesaria y se mantendrá prácticamente igual en su Estado actual". Dichos postulados aparecen " como leyes fijas de la naturaleza y no habiendo observado el menor cambio... Por tanto: la población si no encuentra obstáculos, aumenta en progresión geométrica..." .

El cambio de Malthus al otro modelo se nota muy posteriormente y quizás era una de las fuentes de divergencia con su amigo y colega Ricardo. Escribe en sus PRINCIPIOS DE ECONOMIA POLITICA publicado en 1820 37/:

"Pero no es digno del nombre de filósofo quien no renuncia a los sistemas establecidos sin oposición, tan pronto como los experimentos que los refutan están plenamente comprobados".

Y es que este autor se había percatado de la naturaleza extremadamente compleja y aleatoria de los fenómenos económicos, afirma Thomas 38/:

"Sin duda en muchos casos, no es posible predecir los resultados con certeza, debido a la complicación de las causas que influyen, los diferentes grados de intensidad y eficacia conque pueden operar y el número de circunstancias imprevistas que pueden interferir..."

Destaca en esta modalidad metodológica, empirica, Friedrich List (1789-1846) nacido en el suroeste alemán, debido a que opuso a la economía clásica inglesa, típicamente ahistórica, una alternativa critica conocida con el nombre de Escuela Histórica de Economía.

En sociología existió un caso muy notable de rechazo al modelo mecánico, con el añadido de que puso en duda la ahistoricidad de las ciencias. Aquí desde un principio se impuso el método positivista empirico, con Augusto Comte (1798-

1857) a la cabeza. El inaugura una teoría evolucionista cuyo principio y finalidad es el progreso. Idea que contrasta con la del utilitarismo, puesto en boga por los liberales economistas.

Otros destacados trabajos sociológicos empíricos de la primera mitad del siglo XIX y que estaban más interesados en entender los problemas sociales que establecer un sistema filosófico, como lo hizo Comte, fueron la HISTORIA DE MEXICO del político e historiador mexicano Lucas Alamán (1792-1853) y LA SITUACION DE LA CLASE OBRERA EN INGLATERRA de Federico Engels (1820-1895). En ambos casos las investigaciones ofrecen una metodología documental y de campo, donde la observación participante juega un inteligente papel estructurador de los procesos analizados, para ofrecer al lector una serie de explicaciones en torno a variados y complejos fenómenos sociales.

Sin embargo, la arrolladora presencia de la mecánica y la debilidad lógica del empirismo empujó a algunos filósofos a pensar en nuevas alternativas para que otros conocimientos que no se ajustaban a la mecánica escaparan del irracionalismo.

Sus antecedentes se pueden rastrear en el compromiso establecido por Descartes al dividir las esferas de la ciencia y la religión. Esta división permitió a la ciencia seguir su camino mientras ella no invadiera el campo de la religión cosa que se vería frustrada posteriormente con los estudios biológicos de la evolución 39/.

La primera afirmación de que existían otros tipos de

conocimientos que también podían ser científicos y por ende racionales lo postuló probablemente Federico Hegel (1770-1831), al proponer que debían de existir dos clases de ciencias; las naturales y las humanas 40/. Ya en pleno siglo XIX el filósofo Dilthey (1833-1911) escribió INTRODUCCION A LA CIENCIA DEL ESPIRITU Y EL MUNDO HISTORICO. En ella separó a las ciencias de la naturaleza de las del espíritu, no por su método sino por su contenido 41/.

Se afirmaba que los fenómenos sociales eran irreproducibles en tanto que los hechos naturales eran idénticos a sí mismos, dado que uno de los postulados básicos de la mecánica era que los hechos se producen en un vacío histórico. Esto era cierto para el modelo mecánico del conocimiento, pero no lo era para la filosofía inductiva, pues para esta última los acontecimientos presentes eran de una categoría diferente frente a los hechos futuros.

Esta separación en cuanto objeto indujo la postulación de una manera específica de estudiar a lo social, la hermenéutica, o sea, el arte crítico de interpretar textos.

Pero si se dejaba de lado estas desviaciones, lo que se pudo observar durante todo el siglo XIX, fue la construcción monumental de una ciencia mecánica que imponía la pauta a todas las demás ciencias, naturales y sociales

Nuevas ciencias, como la química, entraban en un proceso de consolidación gracias a su acercamiento a dicho modelo.

La química, que, además tenía la enorme ventaja de estar estrechamente relacionada con la revolución industrial y en particular con la industrial textil mecanizada, fue la segunda ciencia natural que abrazó con entusiasmo el modelo mecánico. En rigor los científicos físicos casi no participaron en la revolución industrial inglesa. Fueron los hábiles artesanos quienes resolvieron los problemas técnicos que implicó ampliar a una escala sin precedentes, en la historia de la humanidad, la elaboración de textiles algodónados baratos 42/.

Existen dos claves en el acercamiento de la química a los métodos cuantitativos y racionales, el primero fue el estudio del comportamiento de los gases. La "revolución neumática" hizo posible que se encontraran explicaciones simples a los complejos fenómenos químicos. Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), pero en particular John Dalton (1766-1844) quien formulara la primera explicación atómica, permitieron asociar a la química con el esquema mecánico de Newton 43/. El otro eje que también permitió a la química involucrarse en el sistema industrial fue el estudio de los fenómenos eléctricos.

De esta asociación, el modelo mecánico salió muy beneficiado ya que la química se convirtió en la niña mimada del siglo XIX. Su capacidad para homogeneizar y abaratar los perfumes, los adulterantes, los conservadores, los colorantes, a través del tratamiento de la hulla, la convirtieron en LA CIENCIA que resolvía los problemas de la producción industrial en gran escala 44/. Primero en el área de textiles y después en el de drogas sintéticas.

El triunfo más espectacular lo alcanzó cuando Dimitri Ivanovich Mendeléiev (1834-1907) en 1865 enunció la tabla periódica de los elementos; la cual establecía un orden y una homogeneidad en los elementos naturales nunca antes alcanzado.

El prestigio de la química a finales del siglo XIX era tan grande que la mitad de los trabajadores científicos se dedicaban a ella. La física retomaría el papel de líder cuando se desarrolló industrialmente el uso del electromagnetismo 45%. El descubrimiento de la simetría matemática entre diferentes tipos de energía impulsó una nueva transformación industrial, sustentada en el acero y la electricidad.

Estos triunfos del modelo mecánico parecían consolidarlo, además le dieron gran prestigio académico a las ciencias que se cobijaban dentro de ella. Sin embargo, algunos hombres que poseían un gran sentido de la curiosidad, investigaban, por caminos menos trillados, otros muchos fenómenos que por su naturaleza desafiaban abiertamente al modelo mecánico y a su método.

Ni la burla, ni el desprecio o simplemente la ignorancia desalentaron a estos hombres. Fue una suerte para la ciencia y para el resto de los hombres inteligentes de esa época que el modelo de la mecánica clásica, con su prestigio a toda prueba, no hubiera inhibido estas iniciativas. Lo que pasaba era que existía una nueva actitud social entre los científicos que

les permitía tratar de probar a través de los hechos si su conjetura era correcta. Y ello era independiente de las opiniones contrarias de autoridades reconocidas.

El primer acercamiento realmente brillante fue el realizado por William Whewell (1794-1866), quien fuera matemático, mecánico y filósofo. Mediante una investigación empírica, es decir, analizando la manera en cómo los científicos procedían en sus investigaciones, estableció las características del método hipotético-experimental.

Whewell señaló que la mayoría de los científicos anteponían a los procesos inductivos el instrumento de la hipótesis, debido a que los hechos particulares no permitían iniciar el proceso de indagación. Por ello era necesario construir un elemento nuevo que estableciera la conexión entre ellos. Esta unión sería producto de la razón, que no era otra cosa que la fértil unión entre la imaginación y las regularidades de la naturaleza de/.

La prueba y el rechazo de varias hipótesis se descubría como una práctica común del científico, la cual encontraba su forma definitiva al establecer la explicación correcta. La predicción se volvía, a decir de Whewell, en el elemento verificador de la inducción.

Su acercamiento esencialmente semejante al modelo contemporáneo puede calificarse de "prematureo" en el sentido de que tuvo poca influencia en el desarrollo posterior de la ciencia, quizás porque como dice Kuhn y posteriormente Stent; cuando ideas ciertas chocan con la mayoría de las ideas en torno

a un problema científico los resultados son siempre puestos en duda o simplemente son ignorados. En particular G. Stent apunta que cuando aparecen resultados que desquician a la ciencia establecida, estos son puestos en duda hasta que el conocimiento general del área afectada deja de estar en contradicción con dichos resultados 47/. Es muy probable que el método de investigación, hipotético-experimental, propuesto por Whewell resultara desdeñable para la mayoría de los metodólogos, que eran y son en su mayoría filósofos, como lo hace notar Hans Reichenbach: "El sentido peyorativo de la palabra 'empírico' que sobrevive en frases tales como 'escuela empírica de medicina', atestigua la distorsión RACIONALISTA de la naturaleza del conocimiento" (el subrayado es mío) 48/.

Cabría mencionar, además, a tres esferas del conocimiento empírico que al ser inquiridas con una visión científica no mecánica conmovieron a toda la sociedad europea, principalmente porque golpearon sin restricciones los mitos más queridos y respetados de la cultura europea occidental.

El campo de lo biológico, lo psicológico y lo social proporcionaron nuevos problemas teóricos y nuevos métodos que permitieron al hombre atisbar nuevos horizontes de conocimiento.

Charles Darwin (1802-1882) culminó un largo y penoso proceso llevado a cabo por generaciones de biólogos, arqueólogos y geólogos, para al fin enunciar "La ley de la sobrevivencia del más apto" y su corolario, que el hombre no era producto de una recreación divina, sino de una larga evolución desde una rama

de antropoides, favorecida por las circunstancias naturales. 49/.

Su investigación y su teoría, aunque basada en numerosa evidencia empírica no era axiomatizable y lo peor, la ley propuesta no podía cuantificarse.

Karl Marx (1818-1883) al enunciar la existencia de leyes de carácter histórico para la comprensión y explicación de los fenómenos sociales desechó explícitamente la necesidad de que las sociedades poseyeran leyes naturales y ahistóricas. Además sus proposiciones teóricas que implicaban la elaboración de un sistema o estructura invitó a abordar los problemas sociales desde una perspectiva más rica y amplia. Hizo público también la necesidad de trabajar con materiales empíricos y métodos estadísticos para arribar a expresiones cuantitativas dentro de sus categorías. Apuntaba él 50/:

"Dentro de una misma rama industrial, cada obrero individual, Pedro o Pablo, difiere más o menos del tipo medio de obrero. Estas divergencias individuales, que matemáticamente se llaman 'errores', se compensan y desaparecen cuando se reúne un número relativamente grande de obreros."

O esta otra observación 51/. "Esta órbita es la órbita de la competencia, que, considerando cada caso, se halla dominada por el azar y en la que por tanto, la ley interior que se impone a través de los casos fortuitos y los regula sólo se trasluce cuando estos casos fortuitos se agrupan en grandes masas" .

El socialismo científico, como se autocalificó esta concepción no tuvo ni gran difusión, ni gran aceptación dentro de la ciencia académica, aunque no sería así en el

campo de la política social, durante el resto del siglo XIX.

Otra experiencia que vale la pena mencionar por sus implicaciones revolucionarias en la ciencia de la vida es la de Johann Gregor Mendel (1822-1884), quien estableció las bases de la genética, sin embargo, no influyó en el desarrollo de la biología de su tiempo. Quizás porque sus descubrimientos sobre la herencia genética no se relacionaban con el conocimiento establecido por la fisiología y la anatomía de su tiempo. Además los métodos estadísticos empleados por él eran simplemente desconocidos por sus colegas 52/, y por último, era religioso y no estaba directamente relacionado con la comunidad científica de los biólogos. Pasarian 35 años para que se "redescubrieran" sus hallazgos, constituyéndose en la punta de la investigación biológica que se ha consolidado al paso del tiempo, gracias a nuevos campos de estudios como la ingeniería biogenética.

Dos áreas estrechamente vinculadas a las creencias dominantes fueron cuestionadas duramente por estos conocimientos. Se desmoronaba la idea de que la sociedad estaba constituida por individuos con iguales posibilidades sociales. Se hundía también el mundo religioso y la idea del supremo creador. Mas el siglo diez y nueve aún deparaba una sorpresa a esas generaciones, atacando a las raíces del mismo racionalismo, al dar a conocer Sigmund Freud (1856-1939) sus investigaciones sobre el origen de la neurosis (1895).

Hasta ese momento no existía una explicación racional y general de la neurosis, tampoco existían métodos y técnicas para

observar un fenómeno personal 53/ El Psicoanálisis al estudiar la naturaleza de lo NO RACIONAL en el ser humano se internó en un mundo que pocos habían osado tocar.

Su afirmación de que existía un subconciente que registraba acciones reales o ficticias y que de ellas dependía una parte de la conducta del hombre, lo no racional, y que existe en los niños un impulso sexual natural, desquebrajó las defensas más íntimas de la restrictiva moral puritana europea y puso al hombre más cerca de la posibilidad de entender acciones, algunas importantes y vitales que hasta ese momento simplemente se habían ignorado. Como advierte Thomas Kuhn 54/: "Un paradigma puede aislar a la comunidad de problemas importantes desde el punto de vista social" .

A pesar de todo, el modelo mecánico seguía siendo el pilar de la ciencia, que se consideraba a sí misma seria. Los embates desde otras perspectivas o desde otros métodos y problemas le afectaban poco, principalmente porque siempre existía la posibilidad de ignorar a las otras comunidades de científicos, a través de variados argumentos; en el caso de la biología, ésta fue impugnada debido a que la evolución implicaba un desarrollo cada vez más eficaz frente a los retos que imponía el medio circundante y ello contradecía a la ley de la entropía. Aún a finales de la década de 1940, Hans Reichenbach acusaba a la biología de tratar de explicar la evolución bajo principios teleológicos, es decir, por medio de fines 55/.

Al marxismo se le despreció porque su método era esencialmente

histórico y en consecuencia violaba el principio del tiempo homogéneo e infinito. Otro tanto le aconteció al psicoanálisis, solo que en este caso la crítica arreció contra los métodos, que no se podían sistematizar, ni demostrar y mucho menos cuantificar.

Además, cómo en el plano personal, el éxito de un investigador, como dice Kuhn "lo recompensa el reconocimiento de sólo sus colegas. Por tanto, el mérito práctico de su solución no tendrá otra cosa que un valor secundario y la aprobación de las personas ajenas a la especialidad es un valor negativo o nulo" 56/. Por ello, las críticas que desde otras plataformas científicas se plantearon no hicieron mucha mella en los científicos naturales que se apoyaban en la mecánica.

Aunque el mecanicismo salió relativamente bien parado de estas pruebas, por el expediente de ignorar otras alternativas, lo interesante en todo caso fue que por vez primera este modelo tenía que ponerse a la defensiva. Su argumento más sólido señalaba que mientras la física o la geometría cumplían ciertos principios básicos (la causalidad, la certeza, la objetividad, la intemporalidad) las otras disciplinas no podían lograr alguna[s] de ella[s]. Y mientras no lo lograran no podían aspirar al rango de ciencia.

Otra cuestión que no era menos importante, era que aunque el modelo mecánico imperceptiblemente le empezaba a quedar estrecho a los investigadores de las ciencias naturales, también era cierto que no existía un modelo alternativo que

sustituyera con mayor efectividad al mecánico. Pues si bien, existían ciertos problemas que se resolvían por medios menos ortodoxos 57/ -como la termodinámica, por ejemplo, que fue la respuesta a los problemas prácticos de cómo elevar el rendimiento de las máquinas de vapor- sin embargo, estos métodos no eran generalizables al resto de los problemas físicos.

Esta "estrechez" del modelo mecánico se empezó a hacer patente, debido a una serie de anomalías que violaban las expectativas del propio modelo 54/. Desde mediados del siglo XIX dos astrónomos; U. Jean J. Le verrier (1811-1877) y Newcomb, de manera independiente afirmaron que sus cálculos mostraban que la órbita de Mercurio se excedía por 43 segundos al arco por siglo, del pronóstico ofrecido por la teoría newtoniana 55/. Esto era una desviación inaceptable para una ciencia que se preciaba de ser exacta.

Leverrier intentó dar una explicación a esta desviación, de manera similar a como lo había hecho con éxito en el caso de Urano. Supuso la existencia de un planeta entre el Sol y Mercurio, al que llamó Vulcano, que tendría que ser muy pequeño y denso. Mas sin embargo, nunca se encontró tal planeta 56/.

Otra incongruencia surgió entre el plano de la lógica y los hechos. La geometría euclidiana se había considerado a partir de Galileo y Descartes como la expresión más acabada de los fenómenos naturales, sin embargo, la aparición de la geometría no euclidiana desarrollada por N. I. Lobachevski (1793-1856),

K.F. Gauss (1777-1855), Juan Bolyai (1802-1860) y cuya forma más general fue enunciada por el matemático B. Riemann (1826-1866), planteó el problema de cuál de las geometrías existentes correspondía al mundo que se conocía.

La solución a esta dificultad únicamente podía ser resuelta de manera empírica y ninguna deducción podía anticipar la respuesta, dificultad que era inesperada para el método mecánico. La verificación correspondiente también se salió de los cánones establecidos pues la respuesta encontrada tampoco satisfacía las exigencias de la exactitud, otra exigencia de dicho modelo. Los resultados tuvieron que ser comunicados de una manera nueva e inesperada: "'Dentro de los ERRORES de la observación el principio euclidiano es verdadero'" 57/. Esto significaba que había algo nuevo y diferente en la observación que hacía imposible DEMOSTRAR cual geometría se adecuaba a los hechos que se sucedían en la naturaleza y eran susceptibles de ser observados.

A pesar de que estas anomalías no las podía explicar el modelo mecánico, aún no era factible rechazar a esta concepción, QUE HABIA SIDO POR ESPACIO DE DOS Y MEDIO SIGLOS Y HASTA ESA EPOCA EL LOGRO RACIONAL MAS ACABADO DE LA HUMANIDAD PARA APROPIARSE DE LA NATURALEZA.

La comunidad de científicos todavía no tenían a la mano otro sistema que pudiese competir ventajosamente con el anterior, sin embargo, la propia manera de proceder a la resolución de problemas del modelo científico moderno había desarrollado una

actitud crítica en los investigadores hacia la ciencia y sus productos. Esta actitud permitió que se empezaran a buscar nuevos horizontes teóricos y metodológicos. Se trataba de la más dura prueba a que se sometía a aquella actitud científica nacida al principio del siglo XVII, la cual se comprometía a aceptar como único medio de acceso al conocimiento científico a los supuestos que pudieran corroborarse en base a la observación controlada de los hechos.

Fue probablemente esta actitud crítica la que permitió transitar del modelo mecánico del conocimiento científico al contemporáneo, ningún otro recurso lógico, metodológico, teórico o filosófico hubiera permitido desechar un modelo de conocimiento científico querido, respetable y lanzarse a la búsqueda de un nuevo modelo que respondiera con mayor precisión al comportamiento de la naturaleza y la sociedad.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Isaac Newton (1642-1727) considerado como la persona que logra consolidar el modelo mecánico en la ciencia es contemporáneo de esos dos acontecimientos históricos.
- 2.- Véase Edward Grant. LA CIENCIA FISICA... p. 106.
- 3.- En Bernal. LA CIENCIA EN... p. 423.
- 4.- Edward Grant. p. 78.
- 5.- Pierre Thuiller "¿Ha hecho verdaderamente Galileo los experimentos que relata?" en MUNDO CIENTIFICO. p. 597.
- 6.- Consúltese a Bernal. LA CIENCIA EN... p. 238.
- 7.- Kepler. "Apologia adversus rob de Flictibus" en Miguel

- 8.- Alexandre Koyré. "El significado de la síntesis newtoniana" en LA FORMACION DEL MUNDO MODERNO, Antología. Lothar Knauth ET AL. p. 358-363 y Francisco S. Ramirez Avila. "Gravitacion Universal" en CIENCIA Y DESARROLLO. p. 33.
- 9.- L. Valla. "De donatione constantiniana" en TEXTOS FUNDAMENTALES...p. 179.
- 10.- Lewis Mumford. p. 61.
- 11.- William Harvey. DEL MOVIMIENTO DEL CORAZON. p. 117.
- 12.- Parisanus "De cordis et sanguinis motione ad harveum et contra eum" APUD en IBID. p. 82.
- 13.- Issac Newton. OPTICA. TRATADO DE LAS REFLEXIONES REFRACCIONES INFLEXIONES Y COLORES DE LA LUZ. p. 9.
- 14.- IBID pp. 7-344.
- 15.- Aristóteles "Sobre el cielo" Apud Miguel Artola en TEXTOS FUNDAMENTALES. p. 350.
- 16.- A. Koyré "El significado de la síntesis..." en LA FORMACION DEL MUNDO... p. 360.
- 17.- IBIDEM. pp. 361-362.
- 18.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA... p. 95.
- 19.- John Stuart Mill. RESUMEN DE LOGICA. p. 139.
- 20.- Lewis Mumford. p. 61.
- 21.- John Bernal. p. 421.
- 22.- A. Koyré. ESTUDIOS DE HISTORIA DEL PENSAMIENTO... p. 16.
- 23.- Hans Reichenbach en LA MODERNA FILOSOFIA DE LA CIENCIA. p. 169.
- 24.- Alexandre Koyré. "El significado de la síntesis..." en Lothar Knauth. LA FORMACION DEL MUNDO... p. 362.
- 25.- Hans Reichenbach LA FILOSOFIA..p. 88.
- 26.- John Bernal y Hans Reichenbach coinciden en afirmar que F. Bacon es creador del método inductivo en la ciencia. En LA CIENCIA EN...p. 421. Hans Reichenbach LA FILOSOFIA..p. 88.
- 27.- Eli de Gortari. En INTRODUCCION A LA LOGICA DIALECTICA. p. 296 .

- 28.- Hans Reichenbach LA FILOSOFIA..pp. 97 a 99.
- 29.- J. S. Mill. pp. 92 y p. 98.
- 30.- Véase Reichenbach. LA MODERNA FILOSOFIA DE LA CIENCIA. PP. 170-171.
- 31.- F. Guesnay. "Ley natural" en TEXTOS FUNDAMENTALES. pp. 423-425.
- 32.- Adam Smith. INVESTIGACION SOBRE LA CAUSA DE LA RIQUEZA DE LAS NACIONES. p. 16-17.
- 33.- Richard Cantillon. ENSAYO SOBRE LA NATURALEZA DEL COMERCIO EN GENERAL. pp. 147-148.
- 34.- IBID. Jevons. p. 200-231. El comentarista asienta con cierta duda la influencia de Hume en Cantillon.
- 35.- Thomas Malthus en ENSAYOS DE ECONOMIA POLITICA. p. XXXII y XXXV. Aquí puede apreciarse la preeminencia del método hipotético deductivo por sobre el empírico durante el siglo XIX, en economía.
- 36.- T. R. Malthus. "Ensayo sobre población". APUD. Miguel Artola TEXTOS FUNDAMENTALES... p. 445.
- 37.- Malthus. ENSAYOS DE ECONOMIA POLITICA. p. 7.
- 38.- Thomas Malthus. PRINCIPIOS... p. 13.
- 39.- En Bernal LA CIENCIA EN... p. 425.
- 40.-véase INTRODUCCION A LA HISTORIA DE LA FILOSOFIA. pp. 82-93.
- 41.-En CAMBIOS DEL ANALISIS HISTORICO de Marisela Connely p. 49.
- 42.- Bernal.LA CIENCIA EN LA... p. 508. Véase LA ACUMULACION DE CAPITALES, cap. 3. de Alfredo de la Lama.
- 43.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA HISTORIA p. 533.
- 44.- IBID. p. 546-547.
- 45.- IBID. p. 540.
- 46.- Es muy interesante observar como la postura de Whewell vuelve a ser retomada por Carl Hempel, casi 60 años después: "Para que un modo determinado de analizar y clasificar los hechos pueda conducir a una explicación de los fenómenos en cuestión debe estar basado en hipótesis acerca de cómo están conectados esos fenómenos; sin esas hipótesis, el análisis y

la clasificación son ciegos". FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL. p. 30.

47.- G. Stent. En "Prematurity and uniqueness in scientific discovery" CIENTIFIC AMERICAN. VOL. 227 - 6 (Dic. 1972.).

48.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. p. 169. Un ejemplo diáfano de este desprecio por lo empírico lo ofrece Popper en su primer capítulo de LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.

49.- Charles Darwin apuntaba: "Debo advertir que utilizo el término lucha por la existencia en el sentido general y metafórico, lo cual implica las relaciones mutuas de dependencia de los seres orgánicos y, lo que es todavía más importante, no sólo la vida del individuo, sino su aptitud y éxito en dejar descendencia" en "El origen de las especies" en LA FORMACION DEL... P. 133 Y 134.

50.- Karl Marx. EL CAPITAL. p. 259.

51.- IBID. p. 766.

52.- Gunther Stent "Prematurity and uniqueness in scientific discovery" en CIENTIFIC AMERICAN p. 86.

53.- Pumpidiam-mindlin "La posición del psicoanálisis" en PSICOANALISIS COMO CIENCIA. p. 202.

54.- Thomas Kuhn. LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS. p. 70-71.

55.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA... p. 200-223.

56.- T. Kuhn. LA TENSION ESENCIAL. p. 314.

57.- Cf. J. Bernal. LA CIENCIA EN... p. 503-504 y 561-564 y LA PROYECCION DEL HOMBRE. Del mismo autor p. 234-271.

58.- T. Kuhn. LA ESTRUCTURA... p. 92-93.

59.- Francisco Ramirez A. p. 36-37.

60.- Véase Carl Hempel. FILOSOFIA DE LA... p. 85.

61.- Reichenbach. LA FILOSOFIA... p. 140. Es común que se crea que la percepción de los animales del espacio es euclidiana, pero la percepción es bastante más complicada que eso, como apunta Robert Haveman: "Las estructuras espaciales que se desarrollan en los seres vivos no son simples reproducciones racionales de la estructura objetiva, sino que resultan también de las necesidades vitales, las costumbres y las posibilidades de los seres de que se trate". DIALECTICA SIN...p. 55-56.

## PRIMERA PARTE

### CAPITULO. 3. NACE UN NUEVO MODELO CIENTIFICO.

Pero las impugnaciones definitivas al conocimiento y método de la mecánica aún estaban en puerta y partieron de dos aspectos aparentemente secundarios. Las investigaciones en electromagnetismo de Michel Faraday (1791-1867) y de J. Clark Maxwell (1831-1879) atrajeron la atención de los físicos hacia un aspecto accesorio, la óptica, la ciencia de la luz. Considerada, en ese tiempo, como parte de los fenómenos eléctricos, los cuales podían reducirse al comportamiento mecánico de un curioso medio invisible llamado "éter".

El éter se suponía impregnaba la atmósfera, el espacio interestelar y todas las sustancias transparentes. Había, sin embargo, ciertas cuestiones en torno al éter que aún no se habían aclarado, como el comportamiento del movimiento de la materia, a través de ese medio.

La famosa experiencia llevada a cabo por el físico experimental Albert A. Michelson (1852-1931) y su interferómetro pretendió resolver ese pequeño vacío que aún quedaba en la mecánica newtoniana, en los finales del siglo XIX. La respuesta, sin embargo, fue totalmente inesperada, ya que los resultados indicaron que no había manera de determinar el movimiento de la materia a través del éter 1/.

Esto significaba que había que rechazar totalmente la hipótesis de la existencia del éter. Se intentaron ofrecer variadas

respuestas, pero la primera explicación satisfactoria la dio el físico holandés Hendrik A. Lorentz (1853-1928) al afirmar que si eran eléctricas u ópticas las fuerzas que mantenían unida a la materia, era de esperarse un resultado negativo del experimento.

El problema era que si ello fuera como afirmaba Lorentz, entonces el comportamiento de la naturaleza se alejaba de las explicaciones de la mecánica clásica. Esta fue la primera gran prueba para la nueva actitud de los investigadores, pues consistía en desechar al modelo mecánico y al método hipotético-deductivo, después de estar apegados por casi tres siglos a él. Por ello, quizás lo más significativo fue lograr impugnar un modelo que consideraba haber encontrado, a través de su conocimiento, una simetría entre la verdad y los fenómenos naturales.

Albert Einstein (1879-1955) ordenó las ideas de tal modo que la imposibilidad de observar el valor absoluto no era consecuencia de alguna laguna en la estructura de la materia, sino que se trataba de un nuevo postulado de la física; como lo señaló el creador de la cibernética Norbert Wiener (1894-1964) 2/:

"Ello implicaba que la luz y la materia se encontraban en pie de igualdad, lo que rompía la subordinación newtoniana de supeditar todo a la materia y al movimiento".

La conmoción dentro de la comunidad científica era mayúscula, ya que se impugnaba un principio elemental de la física, pero también del método de investigación del modelo mecánico; ya que Einstein al emplear en sus exposiciones a un observador

imaginario, que podía estar en reposo o en movimiento invalidaba el papel pasivo que se suponía tenía la observación. Ello también contradecía el concepto de espacio y tiempo infinito y obligaba a ser operacionales gran parte de las mediciones experimentales. A ello se sumó una nueva proposición metodológica llamada operacionalismo. Percy W. Bridgman (1882-1961), Premio Nobel de física, sugirió que debería desarrollarse como principio general que todos los principios no ligados a procedimientos de medida deberían ser excluidos de la física: "Si por convicción estamos de acuerdo en usar solamente conceptos que describan situaciones físicas a las cuales podemos dar un significado en términos de operaciones físicas, entonces estaremos seguros de no retractarnos" 3/.

Pero eso no era todo. contemporáneo a esta nueva línea teórica, apareció una nueva teoría cinética de los gases que explicaba la propiedad de los mismos por medio de un modelo donde los movimientos desordenados y rapidísimos de innumerables moléculas que lo constituyen se producía al azar, pero, al ser tan numeroso su resultado global podía preverse rigurosamente por la ley de los grandes números, es decir, a base de la teoría de la probabilidad y las leyes estadísticas 4/. Resulta interesante mencionar que Immanuel Kant (1724-1804) había mencionado la posibilidad de que la ciencia pudiera regirse por leyes de probabilidad, diferentes a las leyes naturales clásicas 5/.

Los físicos Ludwig Boltzmann (1844-1906) en Austria y Josiah W. Gibbs (1839-1903) en Estados Unidos introdujeron el uso de la estadística de manera más amplia y cabal que Maxwell, de modo tal

que este enfoque estadístico podía emplearse no sólo para sistemas de una enorme complejidad, como eran los gases, sino en el estudio de sistemas simples, como era el caso del estudio de una partícula en un campo de fuerza  $\delta/\epsilon$ . Ello permitió la formulación de nuevas proposiciones en la física, como la teoría cuántica de Niels Bohr (1885-1962) .

Las implicaciones para el modelo mecánico eran letales. En primer lugar, se aceptaba que las mediciones nunca eran precisas en la física, lo que a su vez derrumbaba el principio de que el observador no influye en las observaciones y el postulado de que los resultados debían ser exactos. Como lo señaló el eminente físico Max Planck (1858-1947) 7/:

"Yo creo que el estudio de las realidades físicas considera los resultados de las mediciones como un complejo más o menos intrincado que registra las reacciones que se producen en el mundo exterior, dependiendo su exactitud no sólo de los instrumentos registradores, sino también de los órganos sensoriales interpretadores del investigador".

O como apuntó más recientemente el físico León Brillouin  $\delta/\epsilon$  8/:

"Durante todo el siglo pasado el desprecio del papel de la observación eran un dogma, un axioma incontrovertible, la presencia del observador no modificaba los acontecimientos. Ahora estamos seguros (los físicos) de que ésta era una y simplificación exagerada. Según nos ha enseñado la experiencia, cualquier observación representa una perturbación y tiene influencia sobre el curso de los hechos. Y esto es de gran importancia cuando tratamos de las partículas más pequeñas".

Pero el método de Gibbs destacó otra cosa aún más significativa: que sólo conocemos con precisión lo que nos es dable alcanzar,

por lo que de los fenómenos únicamente se tiene algunos datos de su distribución. Afirma Reichenbach 9/:

"Estos datos se destacan como factores causales, los cuales son predominantes; a esto se añade un residuo inagotable de más pequeñas influencias de toda índole y que pueden ser disminuidas pero son imposible de ser eliminadas. La influencia de este residuo irracional se puede formular, tan solo, en el sentido de un supuesto de probabilidad "EL RESIDUO INFLUYE SOBRE EL ACONTECER DE TAL FORMA QUE LOS VALORES NUMERICOS DE TODOS LOS FACTORES RACIONALES ESTAN SOMETIDOS A LAS LEYES DE LA PROBABILIDAD" .(El subrayado es suyo) .

Ello implicaba que la física ya no podía pretender que se ocupaba de lo que ocurriría con toda seguridad, sino de aquello que tenía probabilidades de ocurrir, cercanas a la certidumbre 10/. Y significaba el entierro de una época fundamental del modelo mecánico, la sustitución de LA CIENCIA EXACTA por otro más humilde, pero más sincero; el de ciencia natural y el rechazo del principio de la Causalidad, por otro más apegado al comportamiento de la naturaleza, el de la probabilidad.

Cabe destacar en este delicado problema la actitud de los científicos, ya que cuando el modelo mecánico mostró su inconsistencia frente a los nuevos hechos, se tuvo el valor de desecharlo y adoptar uno nuevo, menos pretencioso, más humilde. En ello debe destacarse como mérito, que predominó por encima de los lazos afectivos una <sup>crítica</sup> actitud científica. Aquella que demandaba de los investigadores la búsqueda de la mejor explicación de los hechos observados, por encima de otros valores muy apreciados como la verdad, la completez, la simplicidad, entre otros.

De esta manera se entrelazaban dos categorías fundamentales para comprender los nuevos fenómenos físicos; posibilidad y realidad. La posibilidad, como probabilidad, elemento que delimita las fronteras donde puede darse el fenómeno. Las leyes muestran los límites de la posibilidad frente a la imposibilidad. El hecho viene a ser lo real, el cual únicamente aparece dentro del mundo de lo posible.

El unir un elemento lógico, la teoría de probabilidades con un elemento empírico respondía al fin a esa duda acerca de la validez de la inducción. La inducción servía como un elemento verificador de las teorías e hipótesis, pero no buscaba la exactitud, ni la certeza universal, solamente se limitaba a establecer una verdad limitada por su validez estadística, esto es, por su frecuencia de aparición. Los hechos futuros no tenían la misma seguridad que los pasados, pero que dentro de ciertos márgenes, de validez estadística, podía cumplirse el pronóstico. Hans Reichenbach planteó la respuesta de la siguiente manera 11/:

"Como los juicios sobre el futuro no pueden justificarse si se considera que pertenecen a la misma clase que los juicios sobre el pasado y el presente, deducimos que debe darse una diferente interpretación a los juicios sobre el futuro. El conocimiento futuro debe interpretarse como esencialmente diferente del conocimiento pasado. Al adoptar esta actitud, la cuestión se invierte: En lugar de suponer la naturaleza del conocimiento del futuro como algo dado, para preguntarnos después cómo podemos tener un conocimiento del futuro, nos preguntamos CUAL DEBE SER LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO DEL FUTURO para que los juicios sobre éste puedan justificarse".

Este nuevo enfoque convertía a la teoría de probabilidades en el

aliado más poderoso del investigador que buscaba encontrar la mejor manera de enfrentarse a los hechos futuros, algo que es parte indisoluble de la finalidad del conocimiento científico.

La incapacidad de entender que la teoría de probabilidades es una teoría del conocimiento totalmente diferente a la teoría mecánica, que supone que el conocimiento está plenamente determinado a través de la relación mecánica causa-efecto provoca no pocas incongruencias lógicas en algunos filósofos. Eli de Gortari, por ejemplo, no ve este significativo cambio lógico, porque para él el futuro está determinado 12/:

"La explicación y la predicción son simplemente, dos aspectos distintos de una misma relación lógica"... "La diferencia consiste principalmente en que en la explicación, la relación se refiere a la determinación de acontecimientos ya realizados, mientras que, en la predicción, la relación se refiere a la DETERMINACIÓN por anticipado, o predeterminación de acontecimientos que todavía no se realizan".. y la "verificación experimental se obtiene, en todo caso, como una probabilidad. Sin embargo, es posible alcanzar un grado de probabilidad tal que coincida con la ESTRICTA CERTEZA" (subrayado mio)

Esta última afirmación, de De Gortari no es sino una desafortunada transacción, es quizás la última defensa del racionalista que el autor lleva dentro. Entender que el futuro no está absolutamente determinado por el pasado es indispensable para el quehacer de la ciencia empírica. La razón ya quedó establecida tanto por Carlos Marx en las ciencias sociales, como por Albert Einstein en las naturales. El tiempo y el espacio son variables que afectan a los fenómenos naturales y sociales, por eso mismo el principio de repetibilidad de los experimentos resulta imposible de realizar, o sea, que se puedan reproducir de

idéntica <sup>mu</sup>. Los experimentos se replican sólo de manera aproximada. Por ello coincido con la afirmación de Haveman cuando dice: "El futuro está codeterminado por el pasado, pero no está determinado de un modo definitivo" 13/.

Sólo una actitud crítica hacia <sup>la</sup> vieja y respetada teoría podrá permitir que el investigador continúe en la punta del conocimiento, como lo afirmó con dolor Planck 14/:

"Es obvio que la sucesión de las experiencias realizadas no puede reducirse a una conexión estrictamente causal, sino tan sólo a una relación estadística", y añade con un dejo de nostalgia. "Prefiero la idea de la causalidad dinámica que la idea de una relación estadística".

Y es que Planck, al igual que su contemporáneo y colega Einstein, apegado emocionalmente al modelo mecánico, no quería aceptar que se debía enterrar el mito de la existencia de un dios demiurgo, creador del motor original, para sustituirla por otro menos impactante, la de un Dios cuyo pasatiempo preferido era jugar a los dados.

Lo relevante fue que la teoría de la relatividad y la mecánica de Gibbs aunque se encontraban en campos opuestos, ambas propuestas equivalían a desplazar el punto de vista de la física clásica y de la mecánica. Como afirmaba Wiener: "Se reemplazaba a un universo tal como debería de existir, por otro, conforme a las observaciones que se hayan efectuado" 15/.

Pero no se crea que el viejo modelo ha sido desechado definitivamente aún el propio Robert Haveman cree que tiene cierta vigencia 16/.

"No es verdad que la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad hayan, como a veces se dice refutado a la mecánica clásica, dejándola sin vigencia. Antes al contrario; gracias a estas modernas teorías se ha consolidado definitivamente la mecánica clásica, al precisarse los límites en el interior de los cuales está vigente"

Este argumento, sin embargo, es incorrecto, por cuanto en rigor las explicaciones de la física clásica no se ajustan al comportamiento de los fenómenos físicos macroscópicos. Se le usa porque es útil y más sencilla que otros enfoques, además sus resultados casi coinciden con lo que sucede efectivamente. Esto por cierto desautoriza la opinión conservadora que trata de diferenciar a la ciencia y la tecnología porque mientras la primera busca la verdad, en cambio la tecnología sólo le interesa la utilidad 17/.

Cabe destacar, para las intenciones de este trabajo, que el modelo mecánico se había mostrado incapaz de resolver los nuevos problemas que los científicos habían detectado en la naturaleza del mundo físico, pero además y esto era lo importante, había aparecido una nueva alternativa, es decir, un nuevo modelo. Que además de elaborar un nuevo conocimiento científico, establecía un nuevo método de investigación y una nueva forma de exponer los resultados.

Este nuevo modelo que puede denominarse empírico, era menos pretencioso que el anterior debido a que:

1. las ciencias empíricas sólo pueden aspirar a un conocimiento probable,

2. las leyes naturales tenían un ámbito restringido, no tenían validez universal; esto también quería decir que no existían leyes naturales eternas. A ellas les afectaba el tiempo, es decir, tenían pasado, presente y futuro. Con ello las ciencias físico-químicas se reconciliaban con la historia, pero también con la geología y con una rama de la astronomía, la que trata de indagar el desarrollo del universo,

3. la percepción del espacio y el movimiento estaban en función de la ubicación del observador, por lo que la neutralidad de la observación perdía mucho de su sentido original,

4. el papel de la verificación, es decir, de la confrontación de las teorías con los hechos observables era un requisito indispensable,

5. se recobraba el interés, no sólo por establecer la descripción de la naturaleza y establecer pronósticos, sino para encontrar explicaciones.

6. los resultados no necesariamente debían expresarse cuantitativamente. Lo determinante para este modelo era que las consecuencias de las leyes pudieran verificarse, como aconteció con la prueba de la relación de indeterminación de Carl H. Heisenberg (1901-), la cual se verificó mediante placas fotográficas (aunque el fenómeno tenga una representación matemática).

7. A los principios generales a los cuales se sujetaba la investigación científica; de la racionalidad y objetividad debía

añadirsele la sistematización. Pero que el criterio determinante para aceptar la validez de una hipótesis o una teoría era la verificación empírica.

8. la ciencia seguía siendo básicamente especializada, a pesar de los muchos ejemplos de relación fructífera entre una o más ciencias.

9. la ciencia entraba en relación con nuevas esferas del conocimiento a través de su método, en campos como la gestión empresarial, el desarrollo tecnológico-industrial, las ciencias sociales, entre otros.

10. La comunicación científica se modificó radicalmente. El informe se iniciaba con el planteamiento del problema a través de enunciar un objetivo, frecuentemente práctico. A continuación se buscaba una o varias explicaciones que se enuncian en forma de hipótesis. Se muestra el sistema de resolución de tal forma que resulte replicable. A continuación se exponen los procesos que verifican los supuestos y finalmente se presentan las conclusiones que son a la vez una respuesta al objetivo y una generalización de los resultados.

A continuación se muestra un

CUADRO COMPARATIVO DE LAS DIFERENCIAS ENTRE EL MODELO MODERNO DE CONOCIMIENTO Y EL CONTEMPORANEO.

MODERNO	MODELOS	CONTEMPORANEO
RELACION MECANICA: CAUSA EFECTO+		RELACION DE PROBABILIDAD
	+	
EL CONOCIMIENTO ES VERDADERO,	+	EL CONOCIMIENTO ES SOLO PROBABLE
ABSOLUTO, UNIVERSAL Y EXACTO.	+	
	+	

LAS LEYES SON INMUTABLES Y ETERNAS.	+	LAS LEYES EXPRESAN UNA RELACION DE PROBABLE OCURRENCIA
	+	
TIEMPO Y ESPACIO NO AFECTAN AL OBJETO DE ESTUDIO	+	EL TIEMPO Y EL ESPACIO SON VARIABLES QUE AFECTAN AL OBJETO.
	+	
EL OBSERVADOR ES NEUTRAL AL OBJETO DE ESTUDIO.	+	EL OBSERVADOR POR SU SOLA PRESENCIA AFECTA AL OBJETO.
	+	
SE BUSCA HACER PREDICCIONES Y LAS TEORIAS SON VERDADERAS Y DEMOSTRATIVAS.	+	SE BUSCA HACER PREDICCIONES Y EXPLICACIONES TEORICAS. LA TEORIA NO ES VERDADERA, SOLO TIENE UN NIVEL DE PROBABILIDAD DE SER CIERTA.
	+	
LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL METGDO SON: OBJETIVIDAD, RACIONALIDAD, DEDUCCION Y DEMOSTRACION.	+	LOS PRINCIPIOS GENERALES SON: OBJETIVIDAD, RACIONALIDAD, SISTEMATIZACION Y VERIFICACION.
	+	
LOS HECHOS SON IDENTICOS, HETEROGENEOS, GENERALIZABLES.	+	LOS HECHOS SON UNICOS, SIMILARES, HETEROGENEOS Y GENERALIZABLES.
	+	
SOLO LOS HECHOS QUE PUEDEN CONTARSE, MEDIRSE O PESARSE SON OBJETO DE LA OBSERVACION CIENTIFICA.	+	SOLO LOS HECHOS QUE PUEDEN OBSERVARSE SISTEMATICAMENTE FORMAN PARTE DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.
	+	
EL COMUNICADO DEBE HACERSE EN FORMA AXIOMATICA Y PARA ELLO SE USA LA DEDUCCION. SE PARTE DE PRINCIPIOS, LUEGO AXIOMAS, SE LLEGA A TEOREMAS Y SE CONCLUYE CON DEMOSTRACIONES EXPERIMENTALES	+	EL COMUNICADO SE INICIA CON EL PLANTEAMIENTO DE UN OBJETIVO, SE PRESENTAN LOS SUPUESTOS QUE RESPONDEN AL OBJETIVO. SE MUESTRA EL METODO DE RESOLUCION. SE EXPONE EL ANALISIS Y LAS CONCLUSIONES. ESTAS ULTIMAS RESPONDEN AL OBJETIVO ANTES ENUNCIADO.
	+	
LA TEORIA DEBE PROCURAR SER BELLA, SIMPLE Y DEBE TENDER A LA UNIDAD.	+	LA TEORIA PROCURA EXPLICAR LOS HECHOS NATURALES Y SOCIALES.

Los cambios en la manera de operar de los investigadores además de ser revolucionario no dejó de ser paradójico, porque la aspiración a lograr una teoría unitaria en la física se perdió, pero en el plano práctico se abrieron tal cantidad de perspectivas que la física parecía haber nacido de nuevo.

Otro resultado inesperado fue el acercamiento en métodos y concepción del conocimiento de la física y la química frente a

otros conocimientos. La pérdida de neutralidad en la ciencia física acercó a la ciencia natural con los conocimientos biológicos, como afirma Bruillon 18/:

"Estas ideas (la no neutralidad del observador) nuevas para los físicos, son bien conocidas por los biólogos. Los médicos y los psicólogos han aprendido desde hace mucho tiempo a cuidarse de estas interacciones sutiles".

Cabría agregar que la neutralidad tampoco tenía sentido cuando se observaban los procesos sociales, ya sea en sociología, economía, historia o cualquier otra ciencia.

Pero no sólo había una identificación de problemas en la observación. Las ciencias sociales tenían el estigma de ser poco precisas. Sin embargo, desde la perspectiva del nuevo modelo las diferencias de precisión de la física o de la economía o la psicología sólo eran de índole cuantitativa y no cualitativa, como lo apuntaba la mecánica. La diferencia entre estas ciencias era de grado (muchos grados a decir verdad) pero no de categoría y esto era un acercamiento decisivo, pues al fin las ciencias empíricas podían hablar un lenguaje común.

Paradójicamente las disciplinas formales como la geometría, la lógica, las matemáticas se alejaron del modelo empírico, y de la física y la astronomía, debido a que su validación no se hacía por medio de la verificación con los fenómenos o hechos registrados en la naturaleza.

Ya no importaba la diferencia entre el objeto de estudio de cada ciencia, pues en síntesis hablaban de lo mismo; de hechos,

naturales o sociales, lo factual, de relaciones y procesos. De lo que acontece en el mundo, sean estos fenómenos naturales o sociales.

El reconocido economista y marxista polaco Oskar Lange (1904-1969) expresó de la siguiente manera esa unidad entre ciencias naturales y sociales 19/:

"En sus rasgos más generales, el método de la economía política no difiere del método de todas las ciencias teóricas que investigan los diversos dominios del mundo empírico"... "Se trata de ciencias tales como la física, la química, la biología, la psicología"... "porque exigen verificación, es decir, una confrontación de sus resultados con la realidad empírica."

Inclusive a decir de Lange, "Los marxistas como Vladimir I. Ulanov, Lenin, (1870-1924) y Mao Tse Tung (1873-1976) tienen el mérito de haber puntualizado la importancia de la verificación por medio de la práctica" 20/. Sin embargo la falta de una definición operacional del significado de "práctica" hace que dicho concepto sea usado de manera muy versátil y por tanto resulte poco preciso. Por ejemplo, para Andreiev, filósofo marxista, ni la verificación ni la falsación son elementos -/ decisivos para verificar un supuesto él opina que 21/:

"Es preciso subrayar que no es justo reducir la prueba al simple hecho de probar la veracidad o falsedad de tal o cual tesis de la ciencia. En la lógica dialéctica el proceso de demostrar guarda relación con el conocimiento y es inseparable del mismo" ... "El único criterio objetivo de la verdad, según la lógica dialéctica, es la práctica social."

Cuando un investigador trata de determinar el grado de aproximación de una teoría lo menos que debería preocuparlo es si

la verificación es justa o injusta. El científico debe recordar antes que nada que los procesos que aborda la ciencia empírica son ante todo independientes de los deseos y las emociones del científico.

Pero no sólo los filósofos marxistas tenían objeciones a la verificación, otras concepciones filosóficas que dirigían su atención a la ciencia se vieron afectadas, ya que el método deductivo se reducía a un instrumento que únicamente ordenaba y organizaba lógicamente a la ciencia, pero que, por sí solo, carecía de los elementos para reconocer si una teoría era correcta o falsa. La escuela racionalista ha encontrado en Popper su más firme defensor 22/:

"En el procedimiento que acabamos de esbozar (la contrastación deductiva de teorías, o esa, la falsación) no aparece nada que pueda asemejarse a la lógica inductiva. En ningún momento he asumido que podamos pasar por un razonamiento de la verdad de enunciados singulares a la verdad de teorías. No he supuesto un solo instante que, en virtud de unas conclusiones "verificadas" pueda establecerse que unas teorías sean "verdaderas", ni siquiera meramente "probables".

Desde la perspectiva de la teoría de las probabilidades la refutación es un elemento presente en la verificación, ya que en el mundo empírico siempre existirá la posibilidad de registrar un hecho que vaya en contra de la hipótesis propuesta. Esta cuestión no refuta la hipótesis -afirma la teoría de probabilidades- sólo aclara las limitaciones del supuesto. Lo que importa es verificar hasta qué límites la hipótesis tiene vigencia. 23/.

Para Popper, que busca la certeza, lo anterior no es conocimiento

científico. En el fondo lo que le preocupa, es tratar de conciliar el modelo empírico con el principio de verdad absoluta. Una postura hasta cierto punto volitiva, debido a que no desea aceptar que el conocimiento científico no pueda aspirar a este tipo de conocimiento, y lo cierto es que no lo necesita 24/;

"Admito abiertamente que para llegar a mis propuestas me he guiado, en última instancia, en juicios de valor y por predilecciones. Mas espero que sean aceptables para todos los que no sólo aprecian el rigor lógico, sino la libertad de dogmatismos; para quienes buscan la aplicabilidad práctica, pero se sienten atraídos aún en mayor medida por la aventura de la ciencia y por los descubrimientos que una y otra vez nos enfrentan a cuestiones nuevas e inesperadas, que nos desafían a ensayar respuestas nuevas e insospechadas".

En este pasaje, además, se puede apreciar sutilmente la diferencia que siente Popper por "la aplicabilidad práctica" y la "aventura de la ciencia". Dos cosas que según él deben diferenciarse.

Esta línea filosófica sólo concibe al método científico como producto de la lógica, por esta razón Popper no acepta que entre dentro del estudio del conocimiento científico de los hechos la etapa de descubrimiento 25/.

"La etapa inicial, el acto de concebir o inventar una teoría, no me parece que exija un análisis lógico ni sea susceptible de él. La cuestión de cómo se le ocurre una idea nueva a una persona puede ser de gran interés para la psicología empírica, pero carece de importancia para el análisis lógico del conocimiento científico".

Sin embargo, los éxitos de los científicos para resolver los problemas de la naturaleza y la sociedad le daban validez a la

inducción. Además otro acierto de la inducción fue la delimitación de su campo de acción con mucho mayor precisión; la inducción sólo tenía vigencia en el momento de validar una de varias teorías o hipótesis. Se rechazaba con ello la idea de Bacon de que a partir de los datos se pudieran inferir lógicamente el descubrimiento. Los hechos demostraban que el proceso de inventar o crear era mucho más complicado que el camino de la inducción.

Existían, sin embargo, otras corrientes que interpretaban de manera diferente estos acontecimientos, por lo que este nuevo modelo no era hegemónico. Estaban los empiristas o positivistas a ultranza, los autonombrados empiriocriticos. El representante más destacado fue el eminente físico Ernest Mach (1838-1916) para quien lo que no era observable directamente (teoría de las sensaciones) no pertenecía al mundo de la ciencia.

Fue por esa razón por la que Mach se negó a aceptar la existencia de la teoría cinética de los gases, por cuanto las moléculas y átomos al no poder ser observados directamente eran una simple ideación de Boltzmann, el científico que propuso su existencia.

Las críticas más duras contra el empiriocriticismo las formuló probablemente Lenin, en su libro MATERIALISMO Y EMPIROCITICISMO. Sin embargo, esta actitud escéptica de Mach a lo que no podía observarse tuvo un papel importante al corroer los cimientos del racionalismo ingenuo de la física clásica, como apunta Robert Haveman 26/:

"Kant y los empiriocriticistas obraron como factores de

flexibilización. La gran influencia más tarde ejercida por Mach en muchos científicos de la naturaleza se basó también en ese efecto. No se trata de que Einstein y otros que apelaron a Mach recogieran real y consecuentemente sus opiniones filosóficas; pero de ellas les gustaba la disposición a eliminar las ideas recibidas y a abandonar la ingenuidad espontánea, que es inútil cuando se trata de resolver grandes problemas".

Aún dentro del modelo empírico no se han resuelto muchos problemas, quizás el más significativo y por tanto el que divide a los positivistas lógicos y marxistas empíricos (dentro de esta división podemos mencionar a Lange, Sweezy, Baran, Hobsbawn, Rudé), sea el problema de si tiene vigencia el materialismo dialéctico dentro del conocimiento científico.

Es claro que dentro del proceso de verificación y comunicación científica, el conocimiento científico debe presentarse en términos de lógica no dialéctica (formal, simbólica, relacional, de conjuntos, matemática). De ahí que ciertos filósofos marxistas adecúen el materialismo dialéctico al método científico. P. V. Koppin lo hace fundiendo la dialéctica a la cuestión de la hipótesis y su verificación y De Gortari al señalar que "dialécticamente el método científico necesita de ambos métodos"; la deducción y la inducción, observación, dicho sea de paso fue hecha por Mill en el siglo XIX 27/.

La gran limitación de la filosofía dialéctica es que sólo se ha restringido a justificar o impugnar un descubrimiento hecho por los investigadores prácticos, pero no a descubrir por ella misma algún nuevo conocimiento empírico 28/.

Existe otra posición, manejada por investigadores empíricos que

poseen una concepción marxista, y algunos filósofos, los cuales se niegan a aceptar que el materialismo dialéctico forme un sistema lógico, es decir, que su aplicación conduzca a algún conocimiento apriori. Al respecto Andreiev, muestra cierta flexibilidad en este punto al señalar 29/:

"Nos parece erróneo el aserto de algunos filósofos que sostienen que la lógica dialéctica puede ser sistematizada y formalizada como la lógica formal." Sin embargo, páginas adelante se manifiesta una contradicción con lo antes afirmado. "Cada ley o categoría de la dialéctica materialista permite formular la correspondiente regla lógica y metodológica: un determinado requerimiento al ser pensante, llamado a orientarlo en su actividad cognositiva."

Estos investigadores aducen que la dialéctica es una concepción del mundo y en cuanto tal debe ser manejada. Algo así como una postura que permite acercarse a los hechos particulares con una visión dialéctica, lo que implica ir a los fenómenos con la idea de que se hallan en constante movimiento y contradicción, Robert Haveman dice al respecto 30/:

"El pensamiento humano parte de una dialéctica básica cuya captación es presupuesto necesario para que los hombres podamos captar en general con nuestro entendimiento los fenómenos de la realidad; esa dialéctica básica es la dialéctica de la igualdad y la diversidad, de la identidad a la diversidad".

Los positivistas lógicos y otros investigadores que se adhieren a este método de investigación, en cambio, rechazan la dialéctica, en cuanto sistema y concepción, para ellos lo importante es justificar el descubrimiento científico, es decir, dan prioridad al conocimiento validado. Por eso dan tanta importancia a la parte lógica del método científico (a la justificación propiamente dicha y al comunicado científico). Sin embargo, no

pueden explicar un proceso fundamental al conocimiento científico, el cómo nace éste. Ellos se contentan con asociarlo a una cuestión psicológica, pero aún este acercamiento está muy lejano del fenómeno, de COMO SE PRODUCE EL DESCUBRIMIENTO.

Mario Bunge a pesar de su posición positivista reconoce la importancia de esta primera etapa, de Descubrimiento, aunque poco se ocupa de ella 31/:

"Muchos epistemólogos hallan interesante y fructífero el estudio del proceso de descubrimiento e invención como el de la exposición y justificación de resultados. Más aún, la historia de la ciencia, si en ella se incluye la más reciente, es nada menos que la proveedora de la materia prima de la epistemología.

A pesar de ello, Bunge se acerca mucho a la dificultad de entender como un todo al sistema de la investigación científica cuando afirma 32/:

"El proceso que conduce a la enunciación de una hipótesis científica puede estudiarse en diversos niveles: el lógico, el psicológico y el sociológico". La limitación en este caso es que la materia estudiada continúa viéndose desde especializados puntos de vista y no con una perspectiva más totalizadora. La siguiente afirmación corrobora con más claridad esta limitante: "El metodólogo, en cambio, no se preocupa de la génesis de las hipótesis, sino el PLANTEO de los problemas que las hipótesis intentan resolver, y de su COMPROBACIÓN. El origen del nexo entre el planteo y la comprobación - esto es el surgimiento de la hipótesis- se lo deja a otros especialistas." (subrayado suyo)

La dificultad estriba en que cada especialista puede evadir la frontera entre ambos fenómenos aduciendo que es competencia del otro y de hecho esto sucede con frecuencia.

El descubrimiento que es el elemento de ignición del proceso

científico, carece de lógica, al menos de la lógica tradicional, sea formal o relacional. Excluir a ese proceso del conocimiento científico por ese motivo equivale a adoptar una postura empiriocriticista, solo que el criterio de discernimiento no sería lo sensible sino lo lógico. Sería como afirmar que lo que no captan los instrumentos lógicos no forma parte del conocimiento científico .

Es esta postura y no otra la que adopta Popper al afirmar 33/1:

"Este (el análisis lógico del conocimiento) no se interesa por CUESTIONES DE HECHO sino únicamente por cuestiones de JUSTIFICACION Y VALIDEZ"  
(Subrayado de Popper).

Pero el proceso de descubrimiento existe y es vital para entender al conocimiento científico, ya que es ahí donde se inicia la investigación. El que los estudios de esta temática aun no puedan acercarse a este complicado proceso con el grado de precisión capaz de explicar cómo se produce el descubrimiento en el pensamiento humano, es una limitación del hombre del siglo XX, pero sólo eso. Ello presupone que los fenómenos naturales y sociales existen independientemente del hombre.

Si el científico actúa en el descubrimiento con un criterio lógico tradicional tendrá escasas probabilidades de encontrar un problema que valga la pena, algo así como localizar pequeñas ondulaciones en una gran meseta. Mas si se hace con una mirada que rompa con el pensamiento lineal, es decir, que esté dispuesto a pensar en otros escenarios y posibilidades, a imaginarse elementos contradictorios, o que acepte la posibilidad de que

muchas acciones semejantes pueden dar lugar a otra cosa o simplemente que se halle dispuesto a trabajar directamente con los elementos que rodean a la problemática; posiblemente se le facilite al investigador el entender con mayor amplitud y profundidad lo que acontece en el mundo real, sea social o natural. Sólo entonces podrá lanzar el famoso grito de "Eureka" (lo he encontrado).

Aunque posteriormente se tenga que verificar esta suposición a través del método científico que se practica en la actualidad. El cual requiere en su formulación de elementos racionales, objetivos, verificables y sistemáticos. Este acuerdo en el método es lo que permite comunicarse los resultados de sus investigaciones a gentes de las más variadas concepciones filosóficas, que tienen en común realizar investigación empírica y por ende elaborar el conocimiento científico de los fenómenos naturales y sociales (De otra manera cómo se comunicarían los resultados de sus investigaciones diversos científicos de una misma disciplina pero con ideas filosóficas diferentes).

Gracias al modelo empírico, se había alcanzado cierta unidad de principios entre las ciencias fácticas. Pero aún faltaba por resolver una vieja contradicción entre la física y la biología, junto con la antropología. Los descubrimientos de Darwin y la perspicacia de Federico Engels (1818-1895) al tratar sobre el origen del hombre en su monografía, ya clásica, de EL PAPEL DE LA MANO EN LA TRANSFORMACION DEL MONO EN HOMBRE, abrieron un abismo frente a las explicaciones del mundo natural, en particular frente a la ley de la entropía.

La acusación que la física hizo a los trabajos de Engels y Darwin en torno a como evolucionaba el hombre y la vida se sustentaron en el hecho de que sus explicaciones entraban en contradicción con la segunda ley de la termodinámica.

Existen ciertos conocimientos que todavía no pueden aspirar al rango de conocimiento científico. Es el caso del psicoanálisis, principalmente porque sus métodos aún distan mucho de ser abiertos y verificables, por lo que sus hallazgos se hallan impregnados por prejuicios y subjetivismos 34/.

El problema residía en que de acuerdo a la biología la vida de las plantas, animales y el hombre poseen intencionalidad, es decir, que son capaces de reordenarse continuamente, en función de las exigencias de la sobrevivencia y ello se encontraba en abierta contradicción con aquel principio que postula que a medida que pasa el tiempo los sistemas se vuelven más desordenados.

Y si las teorías del mundo orgánico no se subordinaban a las leyes del mundo físico, entonces, esas teorías que debían subsumirse a leyes más generales, no correspondían al mundo real 35/.

Fue una suerte para la biología que a pesar del juicio lapidario que sus colegas, los físicos, emitían sobre los biólogos, bastante bien fundado, no desanimara a estos de seguir por esta vía. Aquí se puede afirmar que operó la afirmación de Kuhn, ya mencionada, de que los científicos sólo les preocupa la opinión

de sus colegas, en este caso para beneficio de la ciencia.

La respuesta correcta a esta contradicción no la encontraron los biólogos, sino un físico matemático, Norbert Wiener, quien descubrió una serie de analogías muy interesantes entre el comportamiento de ciertas máquinas autorregulables y la fisiología neurológica. Ello lo llevó a plantear una nueva ciencia de la comunicación, basada en las PROBABILIDADES, cuyas aplicaciones han revolucionado la forma de vivir de muchas sociedades; es claro que se habla de la cibernética, la ciencia de la regulación. Dice Wiener 36/1:

"En las comunicaciones y en la regulación (sea humana, animal o mecánica) luchamos siempre en contra de la tendencia de la naturaleza a degradar lo organizado y a destruir lo que tiene sentido, la misma tendencia de la entropía a aumentar, como lo demostró Gibbs"... "El proceso de recibir y utilizar informaciones consiste en ajustarse a las contingencias de nuestro medio y de vivir de manera efectiva dentro de él. Vivir de manera efectiva significa poseer la información adecuada".

Esto quiso decir que tenían razón en esta controversia los biólogos, pues los organismos vivos (planta y animales), gracias a su capacidad de retroalimentación podían planear su actividad futura en función de su sobrevivencia. La diferencia específica entre los animales y el hombre con respecto a esta función es que mientras que los primeros transmiten información para su supervivencia fundamentalmente a través de mecanismos genéticos, el hombre, en cambio, es capaz de transmitir información útil para la sobrevivencia y adaptación en un mundo cambiante a través de un proceso de enseñanza aprendizaje altamente desarrollado y abstracto, que utiliza las experiencias humanas previas, las

selecciona y las utiliza cuando las circunstancias lo exigen.

Pero esta función adaptativa al parecer exclusiva de los seres vivos fue ampliada gracias a la investigación de los físicos, al aplicar la intencionalidad al mundo físico, pues no es otra cosa lo que hacen las computadoras y la robótica.

A pesar de la revolución conceptual que ha realizado la cibernética y que ha permitido aún más unificar los métodos y los conocimientos de las ciencias naturales y sociales aún existen algunas corrientes de filósofos sociales que insisten en diferenciar a las ciencias sociales de las naturales. La argumentación se sustenta en que la intencionalidad es una gracia única del ser humano, como afirma por ejemplo Antonio Alonso, apoyándose en Max Weber (1864-1920), aunque sin especificar la referencia: 37/.

"...el mundo humano y social (a diferencia del natural) sólo puede ser comprendido desde el interior porque las relaciones de los hombres son de valor o intención"... "El hombre produce sus relaciones sociales (intencionalidad) en una situación específica e irrepetible".

Como se verá tampoco es un argumento válido afirmar que el hombre produce sus relaciones en circunstancias irrepetibles. Dejemos al filósofo español José Ortega y Gasset la respuesta a esta inquietud también planteada por el historiador Eduardo Meyer 38/:

"La más humilde y previa de las técnicas historiográficas, por ejemplo, <crítica de fuentes>, involucra ya toda una ontología de lo histórico, es decir, un sistema de definiciones sobre la estructura genérica de la vida humana"... "lo que es humanamente imposible, lo que es imposible en cierta época, en

cierto pueblo, en cierto hombre"

Pongamos que, en efecto, la misión de la historia no sea otra que la de constatar un hecho azaroso como éste: en el año 52 a. de J.C., Cesar venció a Vercingetorix. Esta frase es inteligible si las palabras <Cesar>, <vencer> y <Vercingetorix> no significan tres invariantes históricas... "Acaece que Cesar y Vercingetorix son determinaciones exclusivamente históricas, no son conceptos <generales>, sino individualísimos y sin embargo, poseen un contenido invariante"... "<Cesar>"... "esa constante individual incluye múltiples constantes no individuales. Cesar, la concreción Cesar, está integrada por muchos ingredientes abstractos que no le son exclusivos, sino, al revés, comunes con los demás romanos, con los romanos de su tiempo, con los políticos romanos de su tiempo, con los hombres de carácter <cesáreo>, con los generales vencedores en todos los tiempos. Es decir, que el hecho Cesar, aunque sea un azar, considerado metafísicamente, es, como pura realidad histórica, un sistema de elementos constantes"... En vez de definir por anticipado lo histórico como una pura serie de puros azares -en cuyo caso la ciencia histórica sería imposible, porque sería inefable- es la verdadera misión de esta disciplina determinar en cada caso lo que hay de constante y lo que hay de azaroso, si es que lo hay."

De Gortari, por su parte, no se percató que en su afán de hacer exclusivo el fenómeno de la retroalimentación al ser humano separa sin proponérselo el estudio del hombre de los otros conocimientos. Un comentario suyo sobre aspectos biológicos excluye implícitamente que los organismos vivos, con excepción del hombre tengan capacidad cibernética 39/:

"Las leyes de la evolución biológica admitirán seguramente muchas aplicaciones fructuosas en el dominio de las predicciones y permitira MAS TARDE, la utilización estricta y bien controlada de muchas acciones de prealimentación" (subrayado mio)

Lo paradójico de estas reflexiones presuntamente materialistas, es que reflejan una postura idealista, por cuanto que mediante argumentos pseudocientíficos (como que los animales actúan por

instinto y el hombre por consciencia) insisten en considerar al hombre como el rey de la creación, es decir, inigualable. Olvidan que la ciencia empírica, en particular la antropología ha verificado, una y otra vez, que la diferencia esencial entre el hombre y el mono se reduce a la capacidad del primero de fabricar instrumentos. Así lo afirmó Engels en 1876 40/:

"El trabajo...es la condición básica y fundamental de toda la vida humana. Y lo es a tal grado que, hasta cierto punto, debemos decir que el trabajo ha creado al propio hombre"... "estos monos se fueron acostumbrando a prescindir de ellas (las manos) al caminar por el suelo y empezaron a adoptar más y más una posición erecta. Fue EL PASO DECISIVO PARA EL TRANSITO DEL MONO AL HOMBRE" (el subrayado es de él).

Y lo confirman M.H. Alimen y M.J. Steve, en 1970, 41/:

"Ante todo hemos de señalar que (la evolución morfológica humana) se ha desarrollado según un proceso idéntico al de las restantes especies animales"... "El hallazgo de estos fósiles (como el Bousei, el rezinganthropus etc) confirma que la primera adquisición del hombre fue la posición vertical, que dejaba libre la mano creadora del útil".

Pero las reflexiones para justificar la separación entre las ciencias naturales y sociales no terminan ahí. Otro filósofo acusa a los científicos sociales que se adhieren al modelo contemporáneo de apegarse al modelo mecánico, sin tomar en cuenta que sus críticas están retrasadas casi un siglo. Por ejemplo De la Garza al criticar a Lenin cree que ambos métodos son iguales 42/:

"En el prefacio a la segunda edición de la obra crítica a los mecheviques su "método inverso de razonar" que consiste en "hallar respuestas concretas en el simple desarrollo lógico de la máxima general" lo cual EN

ESENCIA no se diferencia del método que utilizó en el DESARROLLO DEL CAPITALISMO EN RUSIA. Aunque no se trate solo de deducir la explicación, sino en verificarla, LA LOGICA ES LA MISMA: EL USO DEDUCTIVO DE LA TEORIA EN LA EXPLICACION ". (subrayado mio)

Aunque existen muchas fallas en la estructuración de la frase hecha por este autor, puede notarse que en su opinión no existen diferencias entre ambos métodos. Su error consiste en fijarse demasiado en la comunicación, es decir, en la forma en como está expuesta la investigación, ya que en el desarrollo del informe la forma de ambos métodos parece coincidir. Para evitar ese error lo que debe tomarse en cuenta primeramente, es que la actitud hacia el proceso de resolución del problema, en ambos casos, es totalmente diferente. El método hipotético deductivo deriva sus conclusiones por medio de deducciones que garantizan la verdad. En cambio en la verificación se contrastan las consecuencias de las hipótesis con los fenómenos sujetos a observación. En el informe es difícil percatarse de esta diferencia porque la estructura del informe contemporáneo sólo hace referencia a las hipótesis contrastadas con éxito, y no al proceso que llevó a desechar otras hipótesis menos afortunadas.

Pero las críticas hacia el modelo de la ciencia empírica no terminan ahí. Fuertes psicólogos y sociólogos aún consideran que el modelo positivista radical es el ideal a lograr, y aunque no lo han conseguido, se conforman con imitar con un celo mucho mayor que sus creadores los métodos típicos de ese modelo. Sobran salen los psicólogos conductistas, con B.F. Skinner 43/ a la cabeza, y algunas corrientes sociológicas, que fueron calificadas acertadamente por C. Wright Mills, como inhibidas

metodológicamente 44/.

Los investigadores racionalistas aún no se resignan a aceptar esta "degradación" de la ciencia y persisten en exigir que los conocimientos científicos se axiomaticen. Los estructuralistas son quizás los más radicales, en campos como la antropología y la lingüística. Ellos continúan desconociendo al conocimiento histórico su capacidad para acceder al conocimiento científico.

Ciertas corrientes de economistas insisten en creer que los modelos matemáticos entre más sofisticados sean reproducen mejor los fenómenos estudiados y se resisten a modificar sus hipótesis cuando los hechos las confirman.

Las comunidades científicas de las ciencias naturales más ortodoxas insisten en mostrar en su comunicación hacia el exterior la imagen de seguridad que ofrece el término de CIENCIA EXACTA. Muchos físicos brillantes insisten en ofrecer interpretaciones metafísicas a los descubrimientos de la microfísica o de la astrofísica y tratan de evadir las limitaciones de la auténtica ciencia experimental, mediante arrojados experimentos mentales que pretenden decir la última verdad.

Todo ello pretende intentar rescatar <sup>mecánico</sup> el modelo <sup>✓</sup> que era muypreciado por las implicaciones que traía consigo: Una teoría unitaria, una verdad única, una seguridad total.

Los fenómenos naturales y sociales que el investigador observa no se adecúan a sus deseos (creo que ese deseo se particulariza)

en satisfacer la más primitiva de nuestras carencias, la total y absoluta inseguridad del hombre frente al mundo que le rodea). Los fenómenos que nos rodean son cambiantes, escurridizos, contradictorios y finalmente ajenos. Se debe aprender a vivir con lo que nos rodea, no a pretender adaptar el mundo exterior a nuestras humanas limitaciones.

Pero no se debe olvidar el otro elemento sustancial del método científico, el comunicado o informe científico, el que permite precisamente establecer la comunicación entre investigador y sus resultados con el medio científico. Este también sufrió radicales cambios cuando operó el cambio de modelo.

Ya no era una condición esencial axiomatizar o matematizar los resultados, para que estos fueran considerados parte del conocimiento científico, ahora había una nueva exigencia; demostrar que la ideación de los fenómenos tenía una corroboración con ella, a través de la observación.

Esto implicaba hacer explícito el supuesto del cual se partía, así como los procedimientos sistemáticos que involucraban el análisis, las conclusiones y las predicciones. En suma se privilegiaba el proceso de verificación por sobre las otras operaciones lógicas.

El comunicado con estos cambios ganó en flexibilidad, y no perdió unidad, ya que cada ciencia podía imprimirle su sello característico, siempre y cuando respetara las nuevas reglas del método científico, es decir, mantuviera una consonancia a lo

largo del trabajo donde se manifestara la racionalidad, la objetividad, la sistematización y sobre todo la verificabilidad.

Por ello extraña que siendo tan importante el comunicado científico para la investigación empírica y desde luego para la ciencia, los metodólogos y filósofos le hayan dado tan poca importancia a este significativo hecho.

Mario Bunge, por ejemplo, no distingue explícitamente el método de investigación con el comunicado del mismo. En su "pauta de la investigación científica", presenta 1.- Planteo del problema, 2.- construcción de un modelo teórico, 3.- deducción de consecuencias particulares, 4.- prueba de hipótesis y 5.- introducción de las conclusiones a la teoría. En ninguna de ellas existe referencia a la necesidad de presentar los resultados por escrito, lo da como un hecho implícito, como si se tratara del mismo proceso 45/.

Felipe Pardinas, también le ofrece al comunicado un pequeño espacio, no mayor de 12 páginas 46/. Mayor importancia a la cuestión de la comunicación le otorga Ario Garza M. 47/.

Un ejemplo de esta diferenciación entre método de investigación y comunicado científico, anterior a esta etapa histórica puede aclarar porque son dos procesos diferentes la verificación y la comunicación. Cuando Arquímedes (387-212 a.n.e.) resolvió el problema de cómo verificar si la corona del tirano de Siracusa había sido falsificada o no, se vió en la necesidad de construir varios instrumentos para efectuar los experimentos verificadores. Mas, cuando informó de sus resultados, previamente destruyó toda evidencia de que hubiera empleado instrumentos

mecánicos en la resolución del problema. Lo que comunicó fue un modelo axiomatizado de sus resultados 48/.

"Sabemos (de Arquimides) por el accidental descubrimiento de su obra sobre METODO, que utilizaba en realidad modelos mecánicos PARA LLEGAR A sus resultados matemáticos, sin perjuicio de que los descartara después EN LA DEMOSTRACIÓN". (subrayado mio).

Arquimides estaba consciente que al obrar así, evadía uno de los problemas no resueltos de la Grecia Clásica, la aversión que sus contemporáneos sentían por el trabajo manual y en contrapartida su admiración por el trabajo mental.

El modelo mecánico guardó ese prejuicio implícitamente, aunque tuvo el mérito de aceptar al experimento como algo indisoluble a su método, aunque subordinado a la razón, a la deducción.

El método contemporáneo más honesto en cuanto a reconocer las posibilidades, pero también las limitaciones del conocimiento científico, encontró en la verificabilidad, es decir, en la capacidad del investigador de pasar de la ideación a la operacionalidad, un elemento para evaluar su práctica.

A pesar de sus limitaciones, el nuevo modelo científico ha tenido, hasta ahora, tal el éxito para resolver los problemas del hombre que se ha convertido en el aliado fundamental de las sociedades interesadas en integrar la ciencia y la tecnología a su cultura.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Norbert Wiener. CIBERNETICA Y SOCIEDAD. p. 20-21.

- 2.- IBID p. 21.
- 3.- En Percy W. Bridgman. LA NATURALEZA DE TEORIA FISICA. p. 10.
- 4.- Reichenbach. OBJETIVOS Y METODOS EN LA FISICA. p. 182 e Einstein. "Génesis de la lógica de la relatividad" en LA FORMACION DEL...p. 220.
- 5.- De Immanuel Kant puede revisarse HISTORIA GENERAL DE LA NATURALEZA Y TEORIA DEL CIELO. Segunda parte inciso XIII.
- 6.- Wiener. CIBERNETICA Y... p. 12. El ignorar las implicaciones de la teoría de las probabilidades es otro aspecto de este intento por conservar la vigencia del modelo mecánico. El físico Hideki Yukawa, por ejemplo, al anunciar a las tres revoluciones en la física ni siquiera menciona las implicaciones de la teoría de los gases y de la probabilidad. En EL HUMANISMO Y LA FISICA. P. 41-50.
- 7.- Max Planck. ¿A DONDE VA LA CIENCIA? p. 101.
- 8.- Leon Bruillon LA INFORMACION Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CIENCIA. p. 24.
- 9.- Wiener. CIBERNETICA Y... p. 12.
- 10.- IBID p. 14-15.
- 11.- Reichenbach. OBJETIVOS Y... 186-7, y FILOSOFIA CIENTIFICA 102-104 y p.102.
- 12.- Eli de Gortari. INTRODUCCION A...p. 275 y p. 312.
- 13.- Robert Haveman. DIALECTICA SIN DOGMA. p. 141.
- 14.- Planck. A DONDE VA... 104-05.
- 15.- Wiener. p. 21-2.
- 16.- Robert Haveman p. 111.
- 17.- Véase por ejemplo. Armando Arana A. "Ciencia y tecnología: "Dos conceptos diferentes" en CIENCIA Y DESARROLLO. # 71 . p. 62.
- 18.- Bruillon. LA INFORMACION Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CIENCIA p. 24.
- 19.- Oskar Lange. ECONOMIA POLITICA. p. 95. y nota 17 de la misma pag.
- 20.- CUADERNOS FILOSOFICOS y ACERCA DE LA PRACTICA. APUD de Oskar Lange p. 95
- 21.- Andreiev. PROBLEMAS LOGICOS DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO.

22.- Karl Popper. LA LOGICA DE....p.33. Este asunto lo trataré en mayor detalle en el problema del experimento.

23.- Véase la crítica de Hempel a esta postura en "Los conceptos relativo y absoluto de verificación y de refutación" en CONFIRMACION, INDUCCION Y CREENCIA RACIONAL.

24.- Karl Popper. LA LOGICA DEL... p. 37-8.

25.- Karl Popper. LA LOGICA DEL DESCUBRIMIENTO CIENTIFICO. p. 30.

26.- Robert Haveman. DIALECTICA...p. 13.

27 23.- P.B. Koppin. LOGICA DIALECTICA y De Gortari. p. 246-47 y 320-321. En la física del átomo el principio de causalidad se vuelve aún más inconsistente, como apunta Reichenbach: Del resultado del principio de indeterminación de Heisenberg "Surge el problema de si no existirán otros modos de determinar la magnitud no medida, métodos por medio de los cuales la cantidad no medida pueda referirse indirectamente a las magnitudes observadas. Esto sería posible si pudiéramos suponer que las magnitudes no observadas obedecen a las mismas leyes que las observadas. El análisis de la mecánica cuántica, sin embargo, ha dado una respuesta negativa; los objetos no observados no siguen las mismas leyes que los observados, en el sentido de que surge una diferencia específica con respecto a la causalidad. Las relaciones que rigen los objetos no observados violan los postulados de la causalidad; conducen a ANOMALIAS CAUSALES. El que los acontecimientos atómicos sean regidos por leyes de probabilidad y no por leyes causales aparece como un resultado relativamente inofensivo si se le compara con las anomalías causales". p. 192 y 194.

28.- Véase a Haveman. primera lección. "idealismo objetivo y materialismo mecanicista"..en DIALECTICA SIN...

29.- Andreiev. PROBLEMAS LOGICOS... p. 93 y p. 97.

30.- Robert Haveman. p.205

31.- LA CIENCIA SU METODO Y SU FILOSOFIA. p. 107. Véase como confrontación de esta postura a Karl Popper en: "Cómo se produce la investigación" en LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.

32.- Mario Bunge. pp. 54 y 55.

33.- IBID. pp. 30-1. No está de más señalar ese dejo de desprecio que este filósofo deja hacer sentir, entre líneas, cuando se lee "psicología empírica" y "cuestiones de hecho"

34.- Véase con espíritu crítico el trabajo de Cristiane Oliver, titulado LOS HIJOS DE YOCASTA.

35.- Véase a Reichenbach. FILOSOFIA CIENTIFICA. El capítulo

dedicado a la evolución.

36.- Wiener. CIBERNETICA. P. 18-19.

37.- Alonso. METODOLOGIA. p. 34.

38.- José Ortega y Gasset. la "filosofía de la historia" de Hegel y la historiología" en OBRAS COMPLETAS, tomo 8, p. 535-536.

39.- Eli de Gortari. INTRODUCCION A LA ... p. 291.

40.- Federico Engels. "El papel de la mano en la transformación del mono en hombre" en OBRAS ESCOGIDAS. p.371.

41.- M.H. Alimen y M.J. Steve. PREHISTORIA. p. 22 Y 26.

42.- EL METODO DEL CONCRETO-ABSTRACTO-CONCRETO. pp. 134-135. Véase Reichenbach. FILOSOFIA CIENTIFICA para una caracterización del método hipotético deductivo. pp. 110-113.

43.- CF. M.H. Skinner. WALDEN DCS.

44.- C. Wright Mills. LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. PP. 68-92.

45.- En LA CIENCIA. SU METODO Y SU FILOSOFIA. pp. 69-72.

46.- Felipe Pardinas: METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION EN CIENCIAS SOCIALES. pp. 161-173.

47.- Ario Garza en su MANUAL DE TECNICAS DE INVESTIGACION. pp. 180-211.

48.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA...p. 206-07.

## PRIMERA PARTE.

### CAPITULO. 4. ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES EN TORNO A LA HISTORIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.

El conocimiento científico contemporáneo, su método y su comunicación han cambiado de forma y de contenido, a lo largo del tiempo. Sus raíces se pueden rastrear con cierta seguridad a partir del último cuarto del siglo X, cuando la racionalidad y la práctica fueron confluyendo por un mismo camino lentamente. Ello tuvo lugar en Europa occidental, principalmente porque las condiciones políticas, sociales, económicas y psicológicas fueron casualmente las apropiadas.

La tradición científica moderna logró consolidarse a partir del siglo XVII cuando se impuso de una manera casi hegemónica el modelo mecánico. La crisis de la mecánica, a finales del siglo XIX y principios del XX, y su consecuente superación provino tanto de disciplinas que no tenían el rango de conocimiento científico, como de aquellas que sí tenían ese estatus indiscutible como la física y la astronomía. Federico Engels, por ejemplo, ya había manifestado una postura crítica en torno al conocimiento científico basado en la mecánica 1/.

"Pero lo que caracteriza especialmente a este período es el haber llegado a desentrañar una peculiar concepción de conjunto, cuyo punto central es la idea de la ABSOLUTA INMUTABILIDAD DE LA NATURALEZA. Cualquiera que fuese el modo como había surgido, la naturaleza, una vez formada, permanecía durante todo el tiempo de su existencia tal y como era".

La impugnación generalizada a esta teoría del conocimiento ha dado lugar a un nuevo modelo de investigación que posee una

teoría, un método y un comunicado más flexible y menos pretencioso, pero que explica mejor a los hechos, los fenómenos y las relaciones existentes en los procesos naturales y sociales. La investigación empírica dirigida hacia la verificación de supuestos se convirtió en el mejor vehículo para lograr las explicaciones más probables. Imre Lakatos, por ejemplo, reconoce que es la verificación el motor del desarrollo del conocimiento científico 2/:

"Nuestras consideraciones muestran que la heurística positiva avanza haciendo por completo caso omiso de las refutaciones: parece que más que las refutaciones son las "VERIFICACIONES" las que proporcionan los contactos con la realidad. Si bien debe señalarse que toda "verificación" de la  $(N+1)$ ésima versión del programa es una refutación de la  $n$ -ésima versión".

No deja de ser significativo que Federico Hegel ya hubiese reflexionado de que la refutación no era un aliciente para que el investigador realizara su trabajo 3/:

"La historia de la filosofía es una triste ocupación si se sabe de antemano que se tiene que tratar solamente con ensayos fracasados" ... "SI SE REFUTA ALGO, ENTONCES SE ESTA MAS ALLA . Y SI SE ESTA MAS ALLA DE ALGUNA COSA, ENTONCES NO SE HA PENETRADO EN ELLA. Pero al hecho de encontrar lo afirmativo corresponde haberse introducido en el objeto, haberlo justificado; y esto es mucho más difícil que refutarlo"

Además este nuevo modelo tuvo el mérito de unir a través del método y la verificación, a diversas disciplinas que estudiaban los procesos naturales o sociales que antes se encontraban excluidos de lo que se consideraba la esfera de la ciencia, como el conocimiento social y el tecnológico. Sin embargo, debe agregarse que, ciertos conocimientos que se consideraban parte del conocimiento científico dejaron de serlo,

debido a que no tenían referencia empírica directa.

Todas aquellas disciplinas formales como la geometría, la lógica, las matemáticas, entre otras se alejaron definitivamente de la ciencia empírica. Sin embargo, los productos generados por estas disciplinas se constituyeron en técnicas e instrumentos que podían ayudar al investigador en el proceso de contrastación, porque poseían un contenido analítico, o sea, que el usarlos afectaba o deformaba al proceso de observación de una manera prevista y controlable.

Por tanto, la enunciación del modelo empírico a finales del siglo XIX y principios del XX, más que una continuación fue una rectificación de la tradición científica europea, por lo que puede considerarse como una situación revolucionaria.

Esto significó una ruptura de conceptos y un cambio de valores. Porque ahora existían nuevos conceptos y métodos superiores a los anteriores para hacer coincidir en mayor medida a aquella actitud crítica hacia la ciencia, con los hechos. En palabras de T. Kuhn 4/: "Qué es lo que a los científicos le conceden valor? Su respuesta dirá que problemas atacarán y que decisiones tomarán". Cabría aclarar que los valores que el científico actual asume no son arbitrarios, tienen que ver con una actitud social fundamental: BUSCAR LA MEJOR EXPLICACION DE LOS HECHOS NATURALES O SOCIALES Y QUE EL JUEZ QUE EVALUA DICHA EXPLICACION SON LOS PROPIOS HECHOS. Este fue el gran aporte de la cultura trasatlántica, posterior al siglo X.

El modelo griego, a pesar de su gran aproximación a esta idea, no

acertó, porque finalmente predominó la búsqueda de la "verdad" y se dejó en un plano secundario la mejor explicación de los procesos. Ello trajo consigo una atracción excesiva por las construcciones lógicas, matemáticas y geométricas y por valores de completez, belleza y simplicidad y desprecio por los fenómenos cuya manipulación no fuesen susceptibles de satisfacer ese riguroso ideal.

La consolidación de una nueva actitud científica -la que privilegiaba el tratar<sup>de</sup> probar si las conjeturas coincidían con los hechos- en el siglo XVII, gracias a la institucionalización del modelo científico mecánico, pero sobre todo del contemporáneo, a finales del XIX, permitió que la ciencia se asociara con los intereses del capitalismo y después del socialismo. Ambos sistemas sociales se interesaban por enfrentar a través de soluciones más generales y universales los problemas naturales, sociales y tecnológicos a que se enfrentaban y el modelo científico era la solución más eficaz que habían encontrado.

Para lograr que el avance del conocimiento científico sea lo más constructivo posible, es preciso que el investigador y la misma comunidad científica hayan desarrollado un compromiso crítico con la ciencia. Este compromiso parte del hecho de que cuando el marco conceptual (teórico) que le ha ayudado con éxito a resolver los problemas, empiece a manifestar limitaciones, incongruencias o contradicciones frente a los nuevos hechos, entonces, el investigador debe enfrentarse al dilema de mantener ciertos

valores, teorías o explicaciones apreciados, o lanzarse a la búsqueda de un nuevo marco conceptual.

Si el investigador mantiene entre sus valores una "buena actitud científica" para probar en los hechos sus teorías, entonces, abandonará las explicaciones y los métodos aceptados, pero que ya muestran limitaciones y empezará una nueva búsqueda, o aceptará, por lo menos, que sus colegas incursionen por nuevos caminos.

De ahí que los instrumentos lógicos con los cuales se pretende explicar el desarrollo del conocimiento científico resulten inútiles; porque el problema para rechazar una teoría o explicación no tiene que ver con alguna ley o algún concepto lógico; no existe teoría o ley que invite al científico a abandonar una idea del mundo por más evidencias en contra se le muestren.

Sólo si el científico posee un compromiso existencial para aceptar que los hechos se transformen en el ámbito de sus explicaciones o teorías, podrá efectivamente rechazar las explicaciones anteriores y sustituirlas por nuevas. Es por ello que el análisis de los procesos sociopsicológicos, inscritos en un ambiente histórico específico son quienes darán mayor claridad al problema de como se produce, se impulsa, se acepta y se difunde el conocimiento científico. Al respecto M. Mulkay recoge la opinión de un sociólogo S/:

"Holton subraya que los procesos informales tienen una importancia fundamental dentro de la ciencia y su significación no se ha reconocido adecuadamente, en gran medida debido a que los participantes ocultan la transición de la especulación privada a la demostración formal"

Poca duda cabe que esta actitud crítica hacia la propia ciencia, distingue al trabajo del científico de todas las otras actividades humanas; el teólogo, el artista, el político, el administrador, el burócrata, el funcionario, el empleado y el obrero, entre otros, no tienen el compromiso de rechazar la concepción del mundo que tienen.

Esta idea sobre el destacado papel que la actitud crítica juega para aceptar o rechazar el conocimiento científico también permite explicar las desviaciones que en la ciencia se han producido; como el ignorar los descubrimientos de la termodinámica de Sadi Carnot (1796-1832) y posteriormente de Boltzman, los realizados por la genética de Mendel, o el ignorar programas de investigación, como el cibernético en la URSS, en 1962. O por el contrario la aceptación como parte de la ciencia de pseudodescubrimientos como fue el caso de Dawson en antropología y el programa de investigaciones de Lisenko en biología. O aun casos más generales, como la gran esterilidad de la ciencia en los países del tercer mundo.

Porque cuando la comunidad científica y la misma sociedad pierden o carecen del interés por mantener esta buena actitud científica, entonces, la investigación se vuelve una práctica repetitiva, o una actividad sólo aceptable para los miembros más convencionales, alejada, en última instancia del interés por transformar la realidad.

Cabe recordar como ejemplo el caso fallido de Syntex, centro de /

investigación en bioquímica que estuvo a la vanguardia en el estudio de esteroides y que abandonó su lugar original, México, porque el gobierno en vez de impulsar la investigación, lo cual representaba una oportunidad única, se dedicó a gravar con impuestos desmesurados la materia prima, el barbasco 6%. El caso del rechazo de la planta nuclear de Laguna Verde es otro ejemplo de cómo la manipulación política se impone frente a la necesidad tecnológica de conocer nuevas fuentes de energía que tendrán que multiplicarse ante el agotamiento de los hidrocarburos, en el siglo XXI.

En todos estos casos, la buena actitud científica, no es capaz de imponer un programa científico que sea capaz de autogenerar y desarrollar una ciencia que incida en el resto de la sociedad con suficiente fuerza. En otras palabras, esto querría decir que dentro de ese núcleo de científicos y aun dentro del sector político dedicado al impulso de la ciencia no se ha destacado o se ha olvidado el valor de tener esa "actitud crítica hacia la ciencia". Una "mala" actitud científica puede provocar la aparición de explicaciones inéditas para justificar una práctica científica desvinculada del resto de la sociedad.

Una "mala" actitud hacia la ciencia por parte de los dirigentes de la sociedad implica que la ciencia no sea fuente de prestigio, ni de respetabilidad, ni autoridad, por tanto no se fomenta y aun se le desestima. La ciencia se vuelve sobre sí misma y no ayuda a los hombres a resolver las problemáticas que encierra el futuro. Se convierte en suma en una ciencia estéril, aristocrática y sin futuro. Entonces, la comunidad científica afectada de

conservaturismo elabora lo que en sociología se denomina un "pathos", es decir, contruye un halo de invulnerabilidad intelectual, acritica en torno a su actividad y se encierra en si misma. El propio modelo mecánico no escapó a este deseo de evitar el cambio, como apunta Lakatos 6/:

"Poincaré, Mibaud y Le Roy se opusieron a la idea de la DEMOSTRACION por intuición progresiva y prefirieron dar la explicación de que el continuado éxito histórico de la mecánica newtoniana se debía a una DECISION METODOLOGICA tomada por los científicos. Después de un considerable periodo de éxito empírico los científicos pueden DECIDIR no permitir que la teoría sea refutada. Una vez tomada esa decisión resuelven (o disuelven) las anomalías que se presentan recurriendo a hipótesis auxiliares o a otras "estratagemas convencionalistas".

El físico Onofre Rojo destaca inclusive que aún connotados colegas suyos llegan a identificarse con principios pregalileanos. Sobre todo cuando la física teórica ignora a la experimental 7/: "El exceso de matematización en la física puede llegar a ser tan peligroso como hacer experimentos sin una guía y planteamiento teórico previo".

Este es un riesgo siempre presente para la ciencia. Ella es un logro social y por ende sus procesos no estan predeterminados de ninguna manera. Para tratar de evitar esta actitud conservativa es preciso no olvidar que en el siglo XXI la cultura humana estará impregnada por la civilización científica y tecnológica. Las sociedades, Estados y la misma comunidad científica que no sean capaces de avisorar las consecuencias de la revolución industrial que se está gestando y de sumarse a ella estarán en peligro de perder su soberanía y además no podrán ofrecer un nivel de vida decoroso a sus habitantes. Como advierte el

paquistaní Abdul Salam, Premio Nobel de física 7/:

"Hay que asegurarse de que no nos quedaremos atrás en el campo de la física nueva, ni en el de la alta tecnología basada en la física, ni en el de la biotecnología. Esto si deseamos vivir de manera honorable en el siglo XXI, y si deseamos defender nuestra cultura y civilización".

La ciencia contemporánea ha logrado ser lo que es porque se generalizó entre los investigadores el interés por explicar los problemas del mundo real, ese es uno de los grandes aportes de la cultura europea occidental. De no haberse dado esta rara conjunción de problemas concretos y explicaciones universales en un ambiente de tolerancia frente a nuevas soluciones, la ciencia galileana probablemente habría corrido la suerte de tantas otras ciencias, en otras tantas culturas: Primero ensalzada y después olvidada. Máxime que tuvo que convivir con dos movimientos religiosos potencial y decididamente intolerantes, la reforma protestante y la contrarreforma católica. Esta es una saludable lección para toda cultura que desea salir de su atraso.

Cuando la actividad científica de manera crítica se entrelaza con el resto de la sociedad e impulsa a la misma de manera efectiva, entonces, ella se hace necesaria y la comunidad científica es apreciada. El mérito de la sociedad europea, en la etapa descrita, fue lograr esta unión, que le ha permitido a la ciencia proseguir su actividad, a pesar de las frecuentes críticas y desviaciones de que ha sido objeto.

Por ello es posible afirmar que el análisis del conocimiento científico debería destacar las relaciones sociales que

establecen los científicos con sus colegas, pero también con otras esferas sociales, a través de lo que hacen individualmente (sus conocimientos y métodos). Relaciones que son ante todo de carácter histórico. Mulkey destaca inclusive la influencia que las relaciones sociales tienen en el lenguaje de la física del microcosmos 8/:

"incluso en las áreas más sutiles de la física, el razonamiento y el debate informales utilizan un amplio rango de nociones interpretativas extraídas del discurso ordinario y no solamente del discurso ordinario sobre los objetos físicos sino también sobre las relaciones sociales. Así, las partículas se 'atraen' y 'repelen' entre sí. Son 'capturadas' y 'escapan'; 'experimentan' 'fuerzas'; 'rechazan' o 'aceptan' 'señales'; 'viven' y 'decaen'".

Es por esa razón que este trabajo discrepa de algunos estudios que se han desarrollado para explicar el desarrollo de la ciencia y su método. Para Karl Popper lo significativo es cómo se justifica la ciencia, no cómo se origina, se produce y se generaliza. Afirma al respecto 9/:

"Distinguiré netamente entre el proceso de concebir una idea nueva y los métodos y resultados de su examen lógico. En cuanto a la tarea de la lógica del conocimiento" ... "me basaré en el supuesto de que la tarea consiste pura y exclusivamente en la investigación de métodos empleados en las contrastaciones sistemáticas a que debe someterse toda idea nueva antes de que se la pueda sostener seriamente."

Lakatos critica a la posición anterior, es decir, niega que en la ciencia puedan producirse saltos revolucionarios de esta manera. Al afirmar que el paso que se reproduce en la ciencia que falsea no es en realidad la transición de una teoría "A" a otra "B", sino una idea más modesta, que representa un proceso evolutivo de una misma teoría, como por ejemplo, A1, A2, A3... donde la

falseación de A1 viene a ser la verificación de A2 y así sucesivamente 10/.

Pero la explicación de Lakatos, también es limitada, porque en ciertos momentos algunas teorías se verifican en tanto que sus competidoras se falsean, como en el caso de la evolución y el creacionismo y, sin embargo, han coexistido como teorías, por espacio de varios siglos. En este caso se puede apreciar que la verificación de la teoría "A" una y otra vez, y la falseación de "B", una y otra vez, no implicó la desaparición de la teoría falseada aunque ésta no ofreciera la resolución de nuevos problemas. Popper puede afirmar que esto no es ciencia, como no lo fue el programa biológico de Lisenko en la URSS, entre la década de 1920 y 1960, pero no es posible negar que forma parte de la historia y del desarrollo de la ciencia; sea lo que quiera significar ello.

Ni la verificación, ni la falseación son un criterio, a veces, determinante para aceptar o rechazar una teoría. generaciones de biólogos y geólogos lucharon por espacio de más de un siglo para hacer valer la teoría de la evolución. Cada triunfo de los evolucionistas era impugnado por los creacionistas, ya fuera para poner en duda alguna hipótesis auxiliar, ya fuera para descalificar al investigador en turno. Sólo por el interés de una clase social por utilizar en su beneficio sus implicaciones, junto con la influencia de un científico de gran renombre y mucha evidencia empírica pudo dicha teoría imponerse 11/.

Un comentario de Galbraith acerca de la revolución keynesiana

puede ilustrar como la investigación no siempre produce la aceptación de sus resultados dentro de una comunidad científica 11/:

"Si Lauchlin Currie no alcanzó un puesto importante en Harvard se debió en parte a que sus ideas, que eran brillante anticipación de las de Keynes, fueron consideradas poco científicas hasta que Keynes les dió respetabilidad" y agrega en tono irónico "La economía es muy complicada".

Si se quiere realmente comprender a ese fenómeno tan complejo que es la ciencia, es necesario reconocer que los fracasos también forman parte de ella. En este sentido, no debe dejar de mencionarse la idea que tiene Feyerabend de como debería enseñarse a hacer investigación 12/:

"EL PROPIO ERROR ES UN FENOMENO HISTORICO. Una teoría del error habrá de contener por ello reglas basadas en la experiencia y la práctica, indicaciones útiles, sugerencias heurísticas mejor que leyes generales, y habrá de relacionar estas indicaciones y estas sugerencias con episodios históricos para que se vea en detalla cómo algunas de ellas han llevado al éxito a algunas personas en algunas ocasiones. desarrollará la imaginación del estudiante sin proveerle de prescripciones ya preparadas e inalterables".

La ciencia, de una u otra manera, es hija de su tiempo y su espacio, es un hecho local, que suele ser pasado por alto, pero que el investigador de carne y hueso tiene que tomar en cuenta si quiere trabajo, financiamiento y publicación. Es un mérito de Feyerabend (aunque no fue el primero) haber hecho hincapié en la importancia de la relación espacio-temporal del conocimiento científico 13/:

"El material que un científico tiene REALMENTE a su disposición, sus leyes, sus resultados experimentales, sus técnicas matemáticas, sus prejuicios epistemológicos, su actitud hacia las consecuencias absurdas de las teorías que el acepta, este material, en efecto, está indeterminado de muchas maneras, es

ambiguo, Y NUNCA ESTA COMPLETAMENTE SEPARADO DE LA BASE HISTÓRICA".

Kuhn, por su parte, al adoptar una explicación ambigua en torno a las actitudes que adoptan los científicos, basados en acuerdos convencionales o de consenso para aceptar la validez de una teoría, deja implícito que no puede existir un proceso acumulativo en el desarrollo de la ciencia, como tampoco acercamientos progresivos para entender el comportamiento de los hechos naturales y sociales. Olvida que la propia conquista de nuevos conocimientos y la experimentación de nuevos métodos ha permitido la consolidación de valores críticos, como la racionalidad, la objetividad, la sistematización y sobre todo la verificabilidad, los cuales consolidan a la actitud crítica del investigador. Ello permite que los conocimientos y los valores se modifiquen a su vez, pero por lo general EN UN SENTIDO ACUMULATIVO. En cambio para Kuhn no existen cambios significativos en la manera en que los científicos resuelven las anomalías. Siglo tras siglo, etapa tras etapa, los científicos resuelven mediante las mismas convenciones sus problemas.

Los valores a los que se refiere Kuhn y que estima que cambian como si fuera una moda, en realidad expresan el compromiso profundo que existe entre la comunidad científica y su trabajo. Estos valores que consolidó originalmente la cultura científica europea, a partir del siglo XVII, se puede resumir en la búsqueda de la mejor explicación<sup>de</sup> los fenómenos observables y que dicha explicación pueda ser replicable. La incapacidad del modelo de Kuhn para explicar el sentido acumulativo de la investigación e

ignorar la actitud crítica del científico para aceptar buscar otra explicación más adecuada, le impide a T. Kuhn entender que la aparición del modelo empírico y el desarrollo de nuevos conceptos permitía lograr una explicación más cercana a los fenómenos investigados.

El científico sabe, en su fuero interno, que sus métodos de aproximación son menos lógicos de lo que él mismo quisiera. Lo que desea al hacer su análisis es identificar relaciones, detectar procesos, construir modelos explicativos, hacer generalizaciones provisionales y si tiene suerte, leyes y teorías. Sus conclusiones no tiene la pretensión de ser la "verdad", sino apenas la mejor explicación que ha encontrado para describir el fenómeno que ha observado y quizás formular alguna predicción. Feyerabend va todavía más lejos en su crítica a los que siguen manteniendo la idea de la "verdad" como la finalidad de la ciencia 14/:

"El racionalismo crítico o es una idea con significado, o es una colección de slogans (tales como "verdad"; "integridad profesional"; "honestidad intelectual") hechos para intimidar a sus molestos oponentes (que tienen la fortaleza de ánimo, e incluso la clarividencia, de declarar que la verdad pueda que no sea importante, y quizás incluso pueda que no sea deseable)".

Feyerabend, inclusive, es todavía más escéptico en torno a las posibilidades de la ciencia ya que encuentra en la ciencia un parecido fundamental con el arte, en el sentido de que los nuevos conocimientos no implican avance, sino sólo diferencias 15/:

"las aproximaciones AD HOC ocultan, e incluso eliminan completamente las dificultades cualitativas. Crean la falsa impresión acerca de la excelencia de nuestra ciencia" ...." En la mayor parte de los casos la ciencia moderna es más opaca y mucho más engañosa de lo que sus

antepasados de los siglos XVI y XVII lo fueron nunca". Feyerabend al afirmar lo anterior niega el sentido acumulativo de la ciencia. El problema, en este caso, es que si la ciencia tuviera esas características no existirían criterios de discernimiento para determinar cuando los conocimientos son científicos y cuando no lo son. No habría ningún criterio metodológico para rechazar por ejemplo a la astrología, ni a la frenología, ni a la dianética. Ellas por el sólo hecho de pretenderlo deberían formar parte de la ciencia. Sólo el compromiso del investigador para aceptar exclusivamente la explicación que esté avalada por los hechos podrá permitir diferenciar al conocimiento científico de otras formas de conocimiento.

Los verificacionistas estrictos, sin embargo, también se equivocan cuando afirman que la ciencia avanza únicamente gracias a su capacidad de hacer predicciones y verificarlas; porque la ciencia no avanza linealmente, a veces, tiende a hacerse resistente al cambio, en especial cuando los esquemas de explicación totalizante, con sus intereses materiales o de poder dominantes se perjudican. No debe pensarse que esto es exclusivo de las ciencias sociales; La astronomía que entró en conflicto con la iglesia sabe esto por experiencia, lo mismo le aconteció a la teoría de la evolución. En la actualidad la relación tan estrecha que tiene la física con la tecnología le hace apreciar con mayor sensibilidad esta clase de problemas. Como apunta Mulkay 16/:

Desde finales del siglo XIX hasta nuestros días

uno de los factores cruciales que han influido en las relaciones entre científicos y gobierno ha sido el crecimiento acumulativo en el tamaño de la comunidad científica y el costo de la investigación. De manera creciente, los científicos han reconocido que solamente el gobierno central puede ofrecer fondos a escala suficiente para preservar la búsqueda del conocimiento científico".

Aunque la verificación es el instrumento fundamental para determinar la validez de las explicaciones, no es, sin embargo, un elemento definitivo para que los resultados de una investigación formen parte del conocimiento científico. Para que eso suceda a la verificación tiene que añadirse una serie de condicionamientos sociales, como por ejemplo que la comunidad científica no encuentre los resultados demasiado contradictorios con el conocimiento científico aceptado, ¡aún a pesar de las pruebas empíricas a favor de la investigación particular! La explicación de esta paradoja se encuentra en que mantener aquella actitud crítica no es fácil ni sencillo.

El problema reside en que el medio científico puede en ciertas circunstancias no aceptar las pruebas aportadas, por considerarlas insuficientes, o puede poner en duda la capacidad del investigador o recurrir al expediente de ignorar sus métodos, sus resultados y aún sus teorías. Por ello teorías como las de Savanarola, Mendel, Polanyi y Wiener, entre otros, han tenido que soportar la crítica, el escepticismo y aún el insulto, a pesar de que las evidencias presentadas tenían altas probabilidades de ser ciertas. Y en cambio se han aceptado otras que dejaban mucho que desear, por la simple razón de <sup>que</sup> quién las formulaba tenía un crédito abierto dentro de la comunidad

científica, como las de Watson y Lisenko.

En el caso de una problemática científica con futuro pero sin reconocimiento oficial se requerirá de una tarea que debe ser resuelta por varios investigadores y a veces de muchos decenios, como fue el caso del evolucionismo, la teoría del cuerpo negro de Planck y aún de la teoría de la relatividad.

Cuando la ciencia, es decir, la comunidad científica, se comporta excesivamente reticente para aceptar lo que las verificaciones particulares les muestran una y otra vez, o sea, una mejor explicación para los nuevos fenómenos observados, entonces, se puede afirmar que la "actitud crítica hacia la ciencia" o el compromiso de honestidad científica que debería prevalecer en entre ellos se ha perdido, o está en un periodo recesivo.

Si, en cambio, los miembros más destacados de una comunidad científica asumen y hacen asumir que el método científico contemporáneo reconoce en la verificación al elemento nodal en el que se centra la actual acción científica, entonces, estas actitudes privilegiarán a la racionalidad, la objetividad, la sistematicidad y sobre todo la verificabilidad por sobre cualquier otra consideración, porque estos valores han mostrado su utilidad para lograr las mejores explicaciones y generalizaciones de los procesos sociales y naturales a los que el hombre se ha enfrentado, hasta ahora.

En resumen, una actitud social y un compromiso existencial no son mas que procesos sociales e individuales que pueden consolidarse

o debilitarse en el proceso histórico de cada comunidad científica. La misma investigación, por sus cualidades, impulsa a la actitud crítica, que se especifica en la verificación, es decir, en probar a través de los hechos que las conjeturas son correctas. Pero existen muchas otras influencias; sociales, religiosas, políticas, culturales e históricas que la ignoran y aún la rechazan.

Por todo lo antes dicho, se puede afirmar que el desarrollo de la ciencia posee varios caminos no definitivos para progresar y que la verificación forma parte significativa de este proceso contemporáneo. Sólo que en tanto la CIENCIA, representada por los conocimientos sistematizados, las academias y los institutos y gran parte de los investigadores, tratan de que estos cambios sean pausados y sin sobresaltos, en cambio los procesos naturales y sociales y la INVESTIGACION a veces juntos, o a veces autónomamente poseen una dinámica independiente que provoca frecuentes rupturas, que cuando son fértiles desatan verdaderas revoluciones científicas. Thomas Kuhn enfatiza su perplejidad al respecto 17/:

"Digámoslo de una vez, los científicos están entrenados para la práctica normal de la ciencia y no para la extraordinaria. Si a pesar de ello, consiguen desplazar y reemplazar las teorías de las que depende la práctica normal, esto es algo raro que es preciso explicar." y agrega "aunque la contrastación de los presupuestos básicos sólo tiene lugar en la ciencia extraordinaria".

Lo significativo, entonces, para comprender el desarrollo del conocimiento científico es reconocer que NO existe una simetría entre el desarrollo de LA CIENCIA y LA INVESTIGACION particular. Esto significa que el comportamiento de la ciencia ES DIFERENTE

del plano de la investigación específica.

Si el investigador de la ciencia empírica posee ciertos valores, normas, y prácticas que se traducen en una actitud crítica hacia la ciencia y si dicha actitud contempla como elemento central la aceptación de que son los fenómenos observables el juez último de sus explicaciones, entonces, este tipo de investigador será capaz de enunciar nuevas respuestas a los nuevos problemas, que sus colegas no saben ver.

La divulgación, la puesta en práctica de esas respuestas, o su uso por otros investigadores significa permitir que esos resultados pasen a formar parte del conocimiento científico. Ello es más factible en la actualidad por que ya no se depende exclusivamente de un núcleo cerrado de colegas.

El nuevo conocimiento puede generalizarse en la sociedad mundial por dos razones, una cuantitativa y otra cualitativa.

Cuantitativamente la comunidad científica se ha multiplicado, y diversificado, además nuevas capas sociales y políticas aceptan y utilizan a la investigación científica para resolver los más variados problemas naturales, sociales y tecnológicos que uno pueda imaginar.

Cualitativamente esta nueva actitud crítica permite la comunicación y generalización de los resultados obtenidos por la investigación científica y avalados por la verificación sean utilizados por cualquier individuo con las mismas actitudes y aptitudes. Ello independiente de que ambos puedan tener

diferentes concepciones del mundo o que sus ideologías resulten incompatibles o que trabajen para sistemas sociales distintos.

Es por estas razones, que las revoluciones científicas en las ciencias naturales y sociales en el mundo contemporáneo no se pueden detener fácilmente.

Ahora bien, tener conciencia de esta nueva actitud crítica no basta para usarla con eficiencia para los fines y problemas que se proponga una sociedad, un sector de ella, o un individuo. Es necesario comprender cómo actúa esa actitud crítica dentro del proceso de investigación, se tiene, entonces, que resolver el problema de cómo operan las dudas, las inquietudes, los atisbos y conjeturas, así como los conocimientos teóricos dentro de la mente del investigador. Cómo inciden los fracasos y las victorias parciales. Qué importancia tiene la imaginación y la creatividad en este trabajo. Y también de qué métodos, instrumentos y técnicas se sirven los investigadores empíricos que abordan los problemas de la ciencia.

Enunciemos el problema de la siguiente manera: Cómo se operacionalizan la objetividad, la racionalidad, la sistematización, la verificabilidad y la generalidad dentro de la investigación científica que construye leyes y explicaciones de los hechos sistemáticos que pueden ser observados directa e indirectamente.

Las respuestas a esta interrogante dirigirá al resto de esta investigación.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Federico Engels. DIALECTICA DE LA NATURALEZA. p. 6.
- 2.- Imre Lakatos LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 160.
- 3.- Federico Hegel INTRODUCCION A LA HISTORIA DE LA FILOSOFIA. p. 82.
- 4.- Thomas Kuhn LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS p. 33.
- 5.- Holton en THEMATIC ORIGINS OF SCIENTIFIC THOUGHT. APUD. M. Mulkay ET AL en "La ciencia y el contexto social" en LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 228.
- 6.- Véase Armando Aranda Anzaldo "Ciencia y tecnología: Dos conceptos diferentes" en CIENCIA Y DESARROLLO. # 71, año XII. 1986. pp. 62-65.
- 7.- Lakatos. "La falsación y la metodología ..." LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 132.
- 8.- Onofre Rojo En EL CASO DE LAS TEORIAS FISICAS: UNIFICACION Y COMPLETEZ. (mimeógrafo).
- 9.- Abdul Salam. "Ciencia y desarrollo" en CIENCIA Y DESARROLLO. p. 103.
- 10.- M. Mulkay. pp. 227-228.
- 11.- Karl Popper. LA LOGICA DE ... P. 31.
- 12.- I. Lakatos ET AL. "la falsación y la metodología de los programas de investigación científica" en LA CIENCIA...pp. 144-145.
- 13.- IBIDEM. p. 124.
- 14.- John K. Galbraith. ECONOMIA Y SUBVERSION. p. 52, nota 1.
- 15.- Feyerabend CONTRA EL METODO. p. 104.
- 16.- M. Mulkay. La CIENCIA y SUS METODOS. p 224
- ~~17.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 104.~~
- ~~18.- IBIDEM. p. 105.~~
- ~~19.- Consultase Mulkay. LA CIENCIA Y SUS... p. 224. Ello implica que la ciencia tiene a su vez compromisos que, a veces, quisiera evitar.~~
- 17.- Kuhn en "Lógica del..." en LA CIENCIA Y SUS... p. 94.

## CAPITULO 1.

## EL COMPROMISO CRITICO CON LA INVESTIGACION CIENTIFICA.

## PRIMERA EXIGENCIA.

Cuando abordamos el problema de la producción científica desde la perspectiva de quienes la realizan, resulta común encontrarse con que no es fácil explicar cómo se intuye la existencia de un problema científico. John Bernal comenta esta limitación 1/:

"El estudio del método de la ciencia se ha desarrollado más lentamente que el desenvolvimiento de la propia ciencia. Los científicos descubren primero las cosas y sólo después, de un modo más bien ineficaz, meditan acerca de la manera como lo encontraron."

Si se enfrenta el problema del descubrimiento tal y como parece presentarse, reconoceremos que las mejores ideas 2/; la implementación de un método, la solución a una cuestión que parecía imposible de resolverse, la explicación posible a un problema intrincado no aparece por lo general cuando de manera consciente el investigador se sienta al escritorio, a la mesa de trabajo, entra al taller o al laboratorio, y saca sus utensilios y herramientas y dice "Nuestro problema es éste y por tanto la solución es ésta y ... manos a la obra".

La mente no es un músculo que pueda ejercitarse a voluntad. El pensamiento, al parecer, puede continuar en el problema que ocupa al investigador de manera independiente de su conciencia. Por ello los especialistas en heurística recomiendan que cuando un a persona se sienta abrumada por un problema al parecer

irresoluble, en vez de mortificarse y continuar empecinadamente en la búsqueda debe procurar relajarse y hasta realizar actividades que no requieran esfuerzo mental, todo ello con el propósito de distraerse. Al parecer en esos momentos la mente libre de la presión emocional es capaz de abandonar el camino trillado y dedicarse a la búsqueda de soluciones diferentes a las que uno obstinadamente recurría sin éxito. Y no es raro que situaciones, recuerdos, reflexiones o experiencias aparentemente sin relación con el problema que se desea resolver ofrezcan la pauta de la solución anhelada.

Por ello, para algunos las inspiraciones geniales aparecen en los momentos más inesperados. La leyenda afirma que Arquímedes (387-212 a.n.e.) descubrió las leyes que rigen el comportamiento de los cuerpos sólidos dentro de los líquidos, en el momento en que tomaba un refrescante baño de tina; que Newton planteó la posibilidad de la existencia de la ley de la gravedad al descansar debajo un manzano y observar la caída de sus frutos.

Un historiador actual, Cipolla, afirmaba que un factor importantísimo en sus investigaciones era la casualidad 3/ y Levine parece confirmarlo al decir "El que yo escogiera este tema más pareció accidental que voluntario" 4/. Un especialista en estudios administrativos, a su vez reconocía: "A veces resulta difícil en el descubrimiento de un principio, identificar exactamente el momento en que se produce la revelación 5/ y en ciencias físicas Isaac Rabi lo ratifica al señalar que la obtención de la solución para pulir cristales lo obtuvo de una lectura un tanto alejada del tema que se ocupaba 6/.

Lo que es más, gran parte de los investigadores siempre se han mostrado reticentes a describir QUE HACEN y COMO LO HACEN, en el desempeño de su trabajo. Tómese como ejemplo el esfuerzo de L. P. Curtis, quien al intentar dar una imagen de los que es EL TALLER DEL HISTORIADOR se encontró con que fueron muchas y muy repetitivas las excusas dadas por los grandes historiadores para NO explicar como investigan. Mostremos algunas 7/:

"Soy muy malo para escribir acerca de métodos... porque no tengo ninguno".

"Su proposición es maravillosa (acerca de escribir sobre este tema). Si todos los colaboradores satisficieran realmente su petición, la profesión quedaría quebrantada hasta sus cimientos, lo que hoy tan sólo sospechamos quedaría probado incuestionablemente: que nadie procede como los manuales dicen que procedemos".

"Creo que mi manera de escribir, como mi metabolismo, es algo que no entiendo y le hago esta desoladora predicción de que esto puede decirse de un buen número de colaboradores".

En realidad, este tipo de comentarios son mucho más frecuentes de lo que uno pudiera imaginarse, por ello, debemos reconocer que para poder planear y realizar investigaciones científicas, de cualquier área, es razonable ir con tiento antes de asegurar que existe un camino, o un método claro, sencillo y seguro para elaborarla, como parecen insistir algunos metodólogos.

El proceso de descubrimiento en la investigación científica es una etapa que genera gran inquietud entre los científicos empíricos debido a sus múltiples posibilidades. Arthur Koestler,

por ejemplo afirmaba 8/: "Me interesé durante largo tiempo, por el proceso psicológico del descubrimiento -que considero la manifestación más concisa de la facultad creadora del hombre-". Una opinión similar la mantiene el biólogo Ayala 9/: "La ciencia es una empresa compleja que consiste esencialmente en dos episodios independientes, uno imaginativo y creativo, el otro crítico".

Por ello buscar nuevas rutas para permitir atisbar cómo los investigadores trabajan es algo positivo. Afortunadamente Curtis así lo pensó, porque juzgaba que "estos ensayos podían ser ... mucho más efectivos que lo que pudiera serlo cualquier discurso o metodología abstracta" 10/ y por ello no desmayó y finalmente logró que unos pocos científicos, menos egoístas, aportaran un poco de su valiosa experiencia.

Al empezar a reflexionar sobre cómo se concibe a la investigación, es decir, al descubrimiento de nuevas explicaciones, se advierte que la mayoría de los científicos toman determinados derroteros debido en mucho a sus inclinaciones, gustos o intereses personales. El mismo Curtis se pregunta respecto a un aprendiz del TALLER DEL HISTORIADOR 11/:

"Dónde debe iniciar el relato retrospectivo -si no introspectivo- de su labor y sus suposiciones profesionales durante los últimos años? Cuánto o cuán poco debe contar?".

J. C. Pocock, a su vez, se planteó algo semejante 12/:

"...describir el desenvolvimiento de un estilo personal, o ciertos instantes de tal desenvolvimiento, no puede hacerse sin ceder, hasta cierto punto, a las seducciones de la

bibliografía".

A. Okladnikov, un académico soviético, lo planteó de la siguiente forma 13/:

"Y todo esto (su interés por la historia) había empezado para mí a partir de un cuento de hadas, común en las aldeas, narrado durante una larga noche de invierno...".

Y Lewis Mumford, en relación con la historia y la tecnología apuntaba 14/:

"Las intuiciones que llevaron a este nuevo examen tenían sus raíces en mi experiencia personal"... "en la Stuyvesant High School es donde aprendí los rudimentos de la investigación científica adecuada, y me familiaricé en particular con las herramientas básicas".

Tal variedad de incentivos e incertidumbre en cuanto al arranque de una vocación científica parece no ser particular de una disciplina "incipientemente científica" como pudiera ser la historia. En realidad, este tipo de inspiraciones originadas en el interés por cierto tipo de experiencias, y que son de alguna manera relevantes al individuo, también resultan el motor fundamental del conocimiento aún para las ciencias más desarrolladas, como podrían ser las ciencias naturales y las formales.

Isidor Rabi, premio nobel de física, famoso por la excelencia de sus experimentos relacionados con la estructura magnética del núcleo atómico comentaba 15/:

"En realidad penetré en la ciencia de un modo cómico. Leía los cuentos de hadas y otros relatos

que habia en la seccion infantil de la biblioteca. Comenzé por Alcott y seguí hasta Trowbridge ... Todos los libros para niños, todos aquellos escritores. Después llegé al final de aquellas estanterias y ahí habia otra dedicada a la ciencia. De modo que comencé por la astronomia, y ello fue lo que determinó mi vida posterior mas que cualquier otra cosa".

No deja de ser paradójico que para una persona un cuento de hadas fuese el resorte de su vocación científica y para otro toda la literatura infantil no haya sido capaz de conmoerlo. Aunque pueda parecer deprimente reconocer que no se puede crear y dirigir vocaciones, sin embargo, destacar las singularidades que rodean a la identificación de la vocación de un individuo representa un paso positivo para acercarse a una explicación de cómo se produce la ciencia. Quizás valiese la pena destacar que la orientación fundamental puede darse durante la niñez y la adolescencia.

La vocación es un requisito indispensable para realizar un trabajo fecundo y creativo. Y debería ser apremio de los sistemas sociales, interesados en encontrar nuevas perspectivas y respuestas a los retos que ella afronta, hacer ver que el hombre debe preferir la adquisición de experiencia significativa a la de inútiles artefactos, la acumulación de posesiones materiales, o simplemente el reconocimiento social obtenido de una actividad bien remunerada. Sin embargo, en la ciencia, así como, en otras actividades creativas, la vocación es sólo un prerrequisito y a lo más una promesa.

El sostén del individuo que desea hacer y dedicarse a la investigación científica, así como de cualquier otra actividad

creativa, parte del hecho de que él es una persona que tiene como máxima aspiración descubrir nuevas interpretaciones de los fenómenos que observa a través de su percepción sensorial. Esta es una decisión que compromete buena parte de su vida. Dada la importancia de tal elección no sería extraño que nos preguntáramos cuáles son específicamente esos elementos que dan pie a la producción de un acto creativo?

Inicialmente debe destacarse que la creatividad y un producto particular de ella, el descubrimiento científico, representa quizás el peldaño más importante en la escala del pensamiento y de la acción; no es como piensa Popper producto de una "irracionalidad" genial 16/:

"Mi opinión del asunto - valga lo que valiere - es que no existe en absoluto, un método lógico de tener nuevas ideas, ni una reconstrucción lógica de este proceso. Puede expresarse mi parecer diciendo que todo descubrimiento contiene "un elemento irracional" o una intuición creadora, en el sentido de Bergson".

Afortunadamente así NO lo imaginó el propio Curtis -que tiene experiencia en investigación histórica- pues estaba seguro que su esfuerzo por divulgar algunos secretos de la creación científica podría traer beneficios a aquellos que se interesasen por conocer el proceso de la investigación y por eso afirmó 17/:

"Es posible que estos ensayos difundan algunas migajas de conocimiento acerca de las clases de preguntas, materiales, corazonadas y técnicas que han producido los mejores resultados a un puñado de historiadores".

Por desgracia, o por fortuna, la producción científica no nace

mecánicamente, pero tampoco es resultado de un acto irracional. Es producto de un proceso sumamente complicado y en gran parte personal. De no ser así, no corroboraríamos la angustia de gran cantidad de pasantes de instituciones de Educación Superior que deambulan incapaces de realizar su tesis profesional, a pesar del crecido número de manuales sobre metodología que abundan en nuestros días, y de la no menos eufórica avidez con que la burocracia educativa abruma al estudiante con la impartición de cursos sobre dicha materia.

Como primera característica del descubrimiento se encuentra la no replicabilidad del mismo. El descubrimiento o si se desea la intuición brillante se produce en condiciones que es imposible de repetirse aún por la misma persona. Ello se debe a que por sus características el acto de creación humana implica la generación de una idea original y única.

B. Kedrov, un psicólogo soviético, señaló con precisión la imposibilidad de reproducir esos procesos 18/:

"Por el contenido concreto y por el modo en cómo transcurren los descubrimientos, desde el punto psicológico, todos difieren completamente entre sí y son absolutamente imposibles de reproducir".

Esta opinión no difiere esencialmente de la externada por Hans Reichenbach, conocido empirista lógico 19/:

"El científico que descubre una teoría, generalmente es guiado por conjeturas; no puede indicar un método por medio del cual haya encontrado la teoría y lo único que puede decir es que le pareció plausible" ... "El acto de descubrimiento escapa al análisis lógico, no existen reglas lógicas según las cuales pudiera

construirse una "máquina descubridora" que asumiera las funciones del genio"

Cualquier descubrimiento científico tiene un arranque específico, y desde el punto de vista lógico efectivamente todos difieren. Si ello no fuera así, bastaría con seguir fielmente cualquier manual de metodología y nuestro problema se resolvería.

Algo parecido "Dice Einstein a propósito de la búsqueda de aquellas leyes sumamente universales. No existe senda lógica -afirma- que encamine a estas ... leyes. Sólo puede alcanzarse por la intuición, apoyada en algo así como una introyección de los objetos de la experiencia" 20/.

Carl Hempel comparte la idea de que la creatividad como fenómeno personal, juega un papel destacado en el descubrimiento científico 21/:

"La transición de los datos a la teoría requiere imaginación creativa. Las hipótesis y teorías no se DERIVAN de los hechos observados, sino que se inventan para dar cuenta de ellos" ... "En su intento de encontrar una solución a su problema, el científico debe dar rienda suelta a su imaginación, y el curso de su pensamiento creativo puede estar influido incluso por nociones científicamente discutibles".

Feyerabend coincide también con esta apreciación, a pesar de la radical postura que adopta frente a la ciencia 22/:

"Es posible conservar lo que puede llamarse la libertad de creación artística Y UTILIZARLA AL MÁXIMO, no como una vía de escape, sino como un medio necesario para descubrir y quizás incluso cambiar las propiedades del mundo en que vivimos".

Este autor destaca aún más estas particularidades que se especifican individualmente 23/:

"Podemos hablar solamente de lo que parece o no parece apropiado cuando se considera desde un punto de vista particular; visiones diferentes, temperamentos diferentes darán lugar a juicios y métodos de acercamiento diferentes".

Si la no replicabilidad es una característica imprescindible, el problema, entonces, reside en entender cómo opera el mecanismo básico que permite en determinadas circunstancias tener ese "chispazo" y aunque no podamos reproducirlo, por lo menos se podrían FOMENTAR las condiciones SOCIALES e INDIVIDUALES que permiten incrementar las probabilidades de su azarosa aparición. Sobre todo si una sociedad considera fundamental incluir la ciencia y la tecnología dentro de la cultura nacional.

Una segunda característica del descubrimiento la encontramos en la manera en cómo operan ciertas asociaciones mentales que no son producto de un razonamiento lógico formal, sino de algo que la psicología califica como INTUICIONES Así lo señala Kedrov 24/:

"La intuición o sea lo anormal o insólito son caracteres aparentemente confrontados con el modo de pensar formal. Desde el punto de vista de la marcha dialéctica del conocimiento, el trabajo de la intuición no solamente no contiene nada anormal, sino que, al contrario aparece como un fenómeno imprescindible de todo pensamiento creador productivo, de todo trabajo científico-investigador. La intuición es tan inalienable de la actividad creadora del hombre como lo es la fantasía".

El trabajo de la intuición consiste precisamente en saber atar cualquier cabo, aprovechar cualquier asociación, en unir elementos que aparentemente son contrarios, o encontrar ciertas similitudes entre ciertos objetos que concuerdan en ciertas relaciones entre sus respectivos elementos y son capaces de dar

respuesta al problema planteado 25/. Los ejemplos siguientes muestran como las asociaciones pueden surgir de elementos totalmente disímbolos y aún inesperados.

Afirmó Kepler 26/:

"Yo creo que la divina providencia dispuso las cosas de manera tal que aquello que no pude obtener con todos mis esfuerzos me fue dado por azar."

Otro ejemplo muy conocido es el del químico August Kekulé (1829-1895). Nos cuenta que durante mucho tiempo intentó sin éxito hallar una fórmula de la estructura molecular del benceno hasta que, una tarde de 1865, encontró la solución a su problema mientras dormitaba frente a la chimenea. Contemplando las llamas, le pareció ver átomos que danzaban serpenteando. De repente una de las serpientes se asió a la cola y formó un anillo, y luego giró burlescamente frente él. Kekulé se despertó de golpe: se le había ocurrido la idea - ahora famosa y familiar - de representar la estructura molecular del benceno mediante un anillo hexagonal. El resto de la noche pasó la extrayendo las consecuencias de esta hipótesis" 27/.

No debe creerse que estas explosiones súbitas sólo se producen entre los científicos de las ciencias naturales, también el "chispazo" se da entre los de las ciencias sociales, como lo comentó alguna vez Carlos Marx 28/:

"Quiero comunicarte - le confiesa a Engels - una 'pequeñez' que me HA OCURRIDO solamente con mirar mi manuscrito sobre la cuota de ganancia. De este modo se resuelve con toda sencillez uno de los problemas más difíciles" (el subrayado es suyo).

La intuición forma parte indisoluble del pensamiento creativo y productivo y se halla probablemente sometido a algún tipo de proceso dialéctico. Como apuntó Kedrov "La intuición podría definirse como una ruptura de la barrera cognos<sup>s</sup>tiva en el desarrollo gradual del modo de pensar" 29/.

A veces el mismo pensamiento formal se presenta como un obstáculo al descubrimiento, ya que mientras que el camino de la solución se mueve dentro de un solo plano el número de soluciones será limitado. El afán de mantenerse en esa vía de pensamiento preestablecido se verá como una muestra de escasa creatividad 30/. Ejemplos de la alta estima que algunas culturas han tenido por la capacidad de romper las barreras cognos<sup>f</sup>tivas se expresa en el atractivo que ofrecen las adivinanzas que invitan a pensar en determinada secuencia, cuando la respuesta se encuentra en otro nivel.

Es cierto también que existen culturas que reprimen el pensamiento creativo por considerarlo peligroso. Son épocas oscuras donde la imaginación debe esconderse en lo profundo de la cultura popular.

Pero si se regresa al tema que nos ocupa, debe señalarse que para que la chispa del descubrimiento se produzca se hace necesario que exista una relación afectiva plena entre el individuo y el problema planteado. Por ello es vital que la motivación personal impulse al investigador. La MOTIVACIÓN sería la tercera característica presente en un acto creativo 31/.

"Mi opinión -dice Rabi- es que uno debe asumir esas cosas personalmente"... "Todo es demasiado difícil y la vida es muy corta como para malgastar el tiempo haciendo algo por la sencilla razón de que alguien ha dicho que es importante"... "Uno debe volver a la condición humana, a la expresión humana, mucho más cercana a aquello que se supone siente el artista".

El matemático Polya es particularmente enfático al afirmar que  
32/

"El científico "Tratará, ante todo, de comprender el problema de un modo tan completo y claro como sea posible. Pero eso no basta. Debe concentrarse en el problema y desear ansiosamente su solución. Si no puede hacer nacer el deseo real de resolverlo, mas vale abandonarlo. El secreto del éxito real radica en entregarse al problema en cuerpo y alma."

Kedrov es del mismo parecer: "La injerencia externa no provocará ninguna clase de asociaciones científicas si el individuo no está totalmente poseído por un problema" 33/.

Este reconocimiento de la relación estrecha que debe existir entre el investigador y el problema tiene como expresión más profunda la necesidad de no separar la investigación de la vida, no aceptar el divorcio que tan frecuentemente se produce entre las horas de trabajo y el resto de la existencia, hacer del trabajo el elemento más importante de la vida; nuestra realización. De tal manera que la experiencia vivencial enriquezca al propio trabajo y éste aporte nuevos elementos a la existencia. Es una relación dialéctica que no puede soslayarse. Mostremos algunos ejemplos de esta concepción:

C. Wright. Mills, sociólogo, afirmaba 34/:

"El trabajo intelectual es la elección de un tipo de vida tanto como de una carrera"... "forma tu propio yo a medida que trabaja por perfeccionarse en su oficio"... "forma un carácter que tiene como núcleo las cualidades del buen trabajador" .

El historiador Lucien Lefebvre es particularmente romántico para decirlo 35/.

"Por lejos que me remonte en mis recuerdos me veo como historiador por gusto y por deseo, por no decir de corazón y vocación".

"La ciencia -afirma el matemático Artovolevski- es un tipo de trabajo tan específico que un investigador auténtico pone punto final a su vida útil en la ciencia sólo cuando llega a su final físico" 36/.

Las anteriores referencias permiten apuntar que la imaginación sólo operará creativamente si el individuo está totalmente poseído por el problema 37/, es decir, es capaz de abstraerse de cualquier otra preocupación y poner toda su atención y creatividad en una sola dirección.

Es cierto que no todos los científicos se empeñan con todo su ser en la investigación, tampoco es usual que ellos hagan un descollante papel, aunque los hay muy buenos. El porqué ellos pueden también resolver problemas, si en realidad no están plenamente involucrados con el tema, puede explicarse porque generalmente son otros los que presentan el problema a resolver y ellos se encargan de darle orden y posteriormente de darle solución. Diríamos que destacan por su gran ingenio, mas que por su imaginación.

Esta compenetración del problema en el investigador, es lo que da

la respuesta adecuada a esos mitos y esos "accidentes" que impregnan la versión heroica de la historia de la ciencia, como apunta el académico soviético Artovolevski 38/:

"Sólo la gente torpe o poco culta se imagina que el sabio se siente repentinamente iluminado por ideas geniales ... Las manzanas han estado cayendo al suelo todos los tiempos, pero dieron el impulso necesario para realizar un descubrimiento sólo a unos pocos, a sabios auténticos, a quienes trabajan constantemente, experimentan, buscan y encuentran, así sea inesperadamente".

La importancia de esta pasión por una temática dada debe destacarse, porque existe la idea de que una serie de hechos o una generalización teórica y hasta una necesidad económica determina o dirige el tipo de descubrimiento que se necesita. Esto no significa que el contexto social no influya en la orientación de la investigación, lo hace, mas no en el sentido de obligar al descubrimiento, sino en la orientación que deben tomar los programas de investigación.

Tampoco es fuente de descubrimientos la ingenua idea inductivista 39/, de que la recolección de hechos por si sola permite el descubrimiento científico, ello es una falacia que desvirtúa el cómo se las arreglan los científicos para encontrar respuestas a sus problemas. Debe aprovecharse la observación anterior para señalar que el "trabajo creativo" para que sea productivo debe implicar el CONOCIMIENTO PREVIO de los elementos teóricos y prácticos que rodean a la problemática tratada. Esta sería la 3<sup>a</sup> cuarta característica implícita en el descubrimiento científico. Como lo afirma el positivista lógico Carl Hempel 40/:

"El esfuerzo inventivo requerido por la investigación científica saldrá beneficiado si se está completamente familiarizado con los conocimientos propios del campo".

El psicólogo Kedrov es del mismo parecer 41/:

"Para que el trabajo en la especialidad elegida sea creador, es necesario conocer a fondo las leyes de la naturaleza [o la sociedad], que de modo directo o indirecto se relacionan con esa especialidad. Verdad sencilla y que no precisa demostraciones".

Unicamente porque Arquimides estaba plenamente involucrado en el problema de determinar si existia un fraude y poseia amplios conocimientos sobre el comportamiento de los cuerpos físicos, pudo asociar algo aparentemente desvinculado, como era el desplazamiento del agua cuando un cuerpo sólido se introducía en ella con la calidad de una corona real.

Newton fue capaz de asociar la caída de una manzana con la atracción, porque se había inmerso en el problema del movimiento local.

El "accidente" de Goodyear (1800-1860) que llevó a la invención de la llanta de hule hueca, sólo fue tal porque lo que lo ocupaba era resolver el problema tecnológico de cómo reducir la fricción de un vehículo en marcha y porque tenía conocimientos sobre cinemática.

A. Piccard (1884-1962) asoció una jaula con una cámara esclusa porque el problema de construir un globo estratosférico era parte de su misma existencia.

Se puede concluir que la imaginación y la creatividad se vuelven

instrumentos formidables para el individuo que se encuentra plenamente involucrado en un problema, que lo conoce, que lo ha estudiado a fondo, que lo vive, y aún que lo sueña. Por ello, la intuición como acto cognos<sup>6</sup>tivo posee el más alto valor en la escala del conocimiento. No es un acto psíquico subconciente, o irracional que fuese inferior al razonamiento lógico formal. Aunque no se rige por reglas o principios lógicos plenamente establecidos 42/.

Es natural que si este proceso funciona de la manera en como se ha descrito, entonces, entre más grande sea el cúmulo de experiencias, es decir, de cultura que posea el individuo, las probabilidades de ser creativo se incrementarán. Son muchos los científicos que destacan la importancia de ser culto e instruido, no como una distracción, sino como algo vital al trabajo del científico 43/.

La EXPERIENCIA, es decir, la capacidad del ser humano de transformar la biografía personal en elementos que retroalimenta a su acción y a su pensamiento sería el quinto elemento que podría favorecer la aparición del descubrimiento.

Es así como se puede explicar que elementos absolutamente desconectados del problema que ocupa a una persona creativa sirvan para producir la asociación que dé la respuesta original que al parecer no se podía encontrar de una manera que se pudiera llamar "normal" o lógica.

La sexta característica que impulsa al descubrimiento científico

resulta de gran importancia, empero, para ubicarla correctamente es necesario que se destaque primeramente la capacidad que posee la ciencia contemporánea para <sup>transformar</sup> la existencia de la sociedad y de los individuos que la componen, la cual choca de alguna manera con las ideas establecidas. De ahí que investigar signifique, en buena medida, tener una DISPOSICION CRITICA HACIA LA REALIDAD.

Quizás por ello se considere que son los jóvenes científicos los que tienen más posibilidades de romper con las viejas ideas o teorías 44/:

"Sin una visión renovada y fresca, sin espíritu renovador y a veces, incluso sin rebeldía, sin rechazo de las autoridades reconocidas no puede haber un sabio auténtico. Mas sobre este camino puede acecharle al joven una actitud liviana, superficial hacia aquello que la ciencia ha acumulado durante centenares de años de su desarrollo".

Algo semejante dice M. Keldysh 45/:

"Mas existe una diferencia esencial en la labor de los jóvenes científicos contemporáneos (frenta a nosotros los viejos): es distinto el horizonte de hoy, distintas las perspectivas de la ciencia, y las posibilidades de aplicar los resultados de las investigaciones".

Lo cierto es que independientemente de la edad, después de todo Planck enunció su teoría del QUANTUM de acción cuando ya había rebasado los 40 años; a la persona que le <sup>le</sup> interese la investigación debe ser capaz de plantear constantes ¿POR QUÉ?, o sea, formular preguntas sobre los procesos y los fenómenos y no descansar hasta encontrar una explicación satisfactoria de los hechos observados, directa o indirectamente.

Para las mentalidades tradicionales, o conservadoras, o dogmáticas ello es demasiado atrevido. Principalmente porque la mayoría de los fenómenos que conocemos tiene ALGUNA explicación, no importa que esta sea autoritaria, religiosa, mágica, de sentido común o incluso científica. Entonces, se pregunta el autoritarismo ¿para qué cuestionar? si todo está dicho.

Se comprenderá que una cultura que destaque como valores sociales la aceptación acrítica, el autoritarismo y el paternalismo se encontrará con escasos criterios para entender y alentar la labor creativa y de paso la investigación científica.

A la gente que le llama la atención investigar, en cambio, tiene entre una de sus cualidades (algunos lo llamarían defecto) el ser un eterno curioso. Tal y como suelen ser los niños entre los 3 y los 12 años. El sentido de la curiosidad es el resorte que nos obliga a observar, a preguntar, a pensar, a reflexionar, a criticar y... a actuar.

Sin embargo, debe aclararse que este papel revolucionario que le asignamos a la ciencia funciona únicamente dentro del proceso de investigación. En otras palabras, que el científico fuera de su actividad investigativa puede ser, y a veces lo es, tan tradicional y conservador como cualquiera de sus otros congéneres.

Charles Darwin, biólogo, que demostró que la evolución era la

teoría adecuada para explicar el desarrollo de los seres vivos y que formulara la ley de la sobrevivencia del más apto, era tan temeroso de las reacciones que pudiera ocasionar la enunciación de una hipótesis contraria al libro sagrado de los católicos y a las creencias normales de la sociedad inglesa de su tiempo que esperó 20 años para publicar el resultado de sus revolucionarias investigaciones.

Un séptimo elemento, quizás inesperado, forma parte, en alguna medida, de las capacidades personales del investigador, y que le permiten generar ese fascinante proceso que es producir un descubrimiento. Se hace referencia a poseer una DISPOSICION DE JUEGO HACIA SU TRABAJO, es decir, de tomar las cosas como un reto, pero a la vez sin otorgarle demasiada importancia hacia los propios logros que cree haber alcanzado. El investigador debe ser el primer crítico de su propio trabajo y ello se verá obstaculizado si se otorga demasiada importancia así mismo.

El físico Rabi reconoce ese espíritu de juego en sus retos científicos de/:

"Llega un momento en que no es posible contemporizar y hay que enfrentarse a la difícilísima tarea de cortar y pulir cristales. No tenía equipo para ello y el trabajo completo de medir el campo magnético resultaba realmente tedioso. Siendo perezoso, como decía mi padre, no estaba dispuesto a realizar el experimento de acuerdo con el procedimiento estándar" (subrayado mío).

Ya el historiador Huizinga había destacado con certera lucidez que el juego representaba una parte vital en la vida del hombre, y poseer esa actitud de juego en la labor del científico a

Juicio de Louis de Broglie (1892-1960), premio nobel en física, es un aspecto fundamental de su fuerza descubridora 47/.

"El niño preguntón tiene avidez de comprender, pero le gusta también jugar. No hay que creer que el juego es para él una ocupación inútil, porque el juego enseña a reflexionar, a ver y, después a vencer las dificultades, a veces a obrar astutamente con ellas. No hay juego por sencillo que sea que no tenga su táctica y su estrategia." ... "Los crucigramas son un juego de carácter intelectual pero se puede sostener que todos los juegos, aún los más sencillos, presentan en los problemas que plantean elementos comunes con la actividad del sabio en sus investigaciones."

Los psicólogos saben por experiencia profesional que el juego es una de las actividades que más requiere de concentración, porque exige del individuo una total abstracción del mundo que le rodea.

Estos siete elementos que se han descrito son parte indispensable de toda actividad creativa, sin embargo, su presencia en el bagaje personal del individuo no garantiza que pueda producir a su antojo un descubrimiento. Es más, no se sabe a ciencia cierta cómo pueden operar en la mente del hombre.

El científico soviético P. Alexandrov a su manera reafirma esta cuestión 48/:

"La chispa del espíritu creador se enciende sólo cuando el interés por el problema considerado ha alcanzado un nivel crítico. Cuando ya resulta imposible al individuo dejar el problema a un lado, cuando el problema en sí y el anhelo de solucionarlo llega a posesionarse totalmente del individuo" ... "En cuanto a los motivos que hacen surgir ese interés abstracto pueden ser muy variados y a veces completamente fortuitos"

Kedrov subraya esta cuestión 49/:

"Pero el éxito de un investigador depende no sólo de su erudición matemática, física o química. Resulta que para lograr un rendimiento provechoso influyen en su búsqueda también los hábitos personales, del buscador, sus rasgos psicológicos particulares, o las cualidades de su carácter."

Dada esta limitación del conocimiento empírico actual, sólo es posible afirmar que el investigador aumenta las probabilidades de producir un descubrimiento científico si es capaz de poseer y mezclar esos componentes. Algo que al parecer no es resultado de un esfuerzo sólo consciente y de lo cual aún no se tiene todavía una respuesta científicamente aceptable.

Aún hoy, no podemos ahondar en los secretos que hacen aflorar ese fenómeno que parece privativo del ser humano todavía y que es la creatividad, la inventiva y el descubrimiento. A pesar del avance de la ciencia, en lo que se refiere al contexto en que se desenvuelve el descubrimiento científico, aún somos incapaces de explicitar las leyes específicas que describen los procesos que tiene lugar en el cerebro humano y que estimulan el descubrimiento. El psicólogo Kedrov reconoce la importancia de esta ciencia pero también lo incipiente de esta búsqueda 50/:

"La disciplina que trata de las leyes que rigen la creación, de los procesos que tienen lugar dentro del cerebro humano, de las condiciones que estimulan los descubrimientos, es una ciencia joven".

Este problema aún no ha ido más allá de una mera descripción psicológica de cómo se produce el descubrimiento. Todavía las ciencias de la biología molecular, la pedagogía, la cibernética y la psicología no han resuelto las interrogantes

más significativas para pasar a la explicación de los procesos extremadamente complejos que se originan en la mente humana y que permiten la creación de nuevas ideas. Parece que es oportuno terminar este apartado con la siguiente cita del científico Joliov 51/:

"Hoy por hoy estudiamos, en principio del mismo modo que hace mil años. Nos familiarizamos con fenómenos u objetos, tratamos de comprenderlo, de construir en nuestra conciencia su modelo, crear su imagen abstracta, ligarla a otras nociones, otras imágenes similares, ubicadas ya en nuestra memoria y finalmente tratamos de aplicar los conocimientos nuevos en nuestra práctica"

Una afirmación que no es más que una interrogante planteada al futuro del hombre. Podrá éste penetrar en el problema más profundo y complicado. ¿Entenderse a sí mismo? Únicamente la ciencia empírica está en condiciones de buscar las posibles respuestas.

Lo que sí es posible afirmar, es que el fenómeno del descubrimiento corresponde exclusivamente al ser humano, hasta ahora, cuando éste mediante cierta clase de operaciones mentales, que aún no acabamos de entender, mezcla su biografía, sus conocimientos, su imaginación, su curiosidad, su espíritu de juego y su rebeldía y los dirige a una clase determinada de problemas, derivados de la percepción sensorial de cierto tipo de fenómenos, para producir ciertos elementos y explicaciones no contenidos en el conocimiento pasado.

Más como esa originalidad no es universal ni se produce a voluntad, de suyo se desprende que la primera exigencia que debe

tener presente el aprendiz de investigador si quiere elevar las probabilidades de desempeñarse con eficiencia, tenacidad y originalidad en su oficio, es desarrollar y consolidar un compromiso existencial con la investigación científica.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA HISTORIA. pp. 46-47 .
- 2.- Puede notarse que considero que el tipo de problemas que motivan a un investigador, sea del Área social o natural, se refieren a contradicciones que surgen de la realidad. En este sentido concuerdo con Werner Heisenberg cuando apunta: "La ciencia natural es abordada ... no a partir de las leyes generales sino de los grupos particulares de hechos". EL HUMANISMO EN LA FILOSOFIA... p. 13-14. La postura de Karl Popper es totalmente diferente, ya que el problema debe nacer principalmente de una interrogante teórica: "Se habrá observado en mi formulación que cuando hablo de desarrollo del conocimiento científico, lo que tengo IN MENTE no es la acumulación de observaciones, sino el derrocamiento repetido de teorías científicas y su reemplazo por otras mejores o más satisfactorias" "La verdad en la ciencia...", Mario Casanueva ET ALL., en LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 37
- 3.- Carlo M. Cipolla, "Fortuna plus homini quem consilium valet" en L.P. Curtis Jr. EL ALL, en EL TALLER DEL HISTORIADOR, p. 88.
- 4.- Lawrence Levine, "El historiador y la brecha de la cultura", IBIDEM, p. 327.
- 5.- Laurence Peter. EL PRINCIPIO DE PETER. p. 9.
- 6.- Jeremy Bernstein. LA EXPERIENCIA DE LA CIENCIA, p. 84-85.
- 7.- L. P. Curtis pp. 15 y 16. En estos casos Curtis prefirió guardar el anonimato de los historiadores.
- 8.- L.P. Curtis, p. 19.
- 9.- Arthur Koestler. LOS SONAMBULOS. p. 598.
- 10.- Dobzhansky ET AL. EVOLUCION. p. 475.
- 11.- L.P. Curtis, p. 262.
- 12.- J. G. A. Pocock, "el trabajo sobre las ideas en el tiempo" en IBID, p. 171.

- 13.- A. Okladnikov. "Rasgos del carácter necesarios para un joven investigador" en M. Keldysh, ET ALL. LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. p. 91.
- 14.- Lewis Mumford. TECNICA Y CIVILIZACION, pp. 16 y 17.
- 15.- Jeremy Bernstein. LA EXPERIENCIA DE LA CIENCIA. pp. 66-72.
- 16.- Karl Popper. LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. p. 31.
- 17.- L.P. Curtis. EL TALLER DEL HISTORIADOR, p. 20.
- 18.- Kedrov. En Keldysh. p.
- 19.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA.
- 20.- Albert Einstein APUD Karl Popper LA LOGICA... p. 31-32. La popularidad de Einstein hizo que fuera muy socorrido para que opinara sobre este tipo de temas. Veraldi G. y Veraldi B. le inquirieron la siguiente cuestión: "De que imágenes internas, de que forma de lenguaje interior se vale ud.?" y responde "Las entidades psíquicas que al parecer sirven de elementos de pensamiento son ciertos signos e imágenes más o menos claros que se pueden reproducir y combinar voluntariamente... este juego combinatorio parece ser la característica esencial del pensamiento." en LA PSICOLOGIA DE LA CREACION. Bilbao, Mensajero, Colección Comprender, saber y actuar. p. 173.
- 21.- Carl Hempel. FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL. pp. 33-34.
- 22.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 15.
- 23.-IBIDEM. p. 13
- 24.- Kedrov. "La psicología en la creación científica". En M. Keldysh ET ALL. LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. p.125.
- 25.- Kedrov. "La psicología..." En Keldysh ET ALL. LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. p. 125.
- 26.- Keppler. MYSTERIUM COSMOGRAPHICUM. "Prefacio al lector" APUD Koestler. LOS SONAMBULOS. P. 224.
- 27.- Carl Hempel. FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL. pp. 33-34.
- 28.- Carlos Marx. "Carta de Marx a Engels. Londres, 22 de abril de 1868. En EL CAPITAL. tomo III, p. 830.
- 29.- Kedrov. "La psicología...". Keldysh. LA EDAD DEL... p. 120.
- 30.- IBIDEM. p.125.
- 31.- Isaac Rabi en Jeremy Bernstein. LA EXPERIENCIA... p. 128.
- 32.- G. Polya. COMO PLANTEAR Y RESOLVER PROBLEMAS. p. 57.

- 33.- Kedrov. IBIDEM. p. 120.
- 34.- C. Wright Mills. LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. pp. 206-207.
- 35.- Lucien Febvre. COMBATES POR LA HISTORIA. p. 5.
- 36.- Artobolevski. "Lugar e importancia de la juventud en los logros científicos del país de los soviets" en Keldysh. LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. p. 37.
- 37.- Véase Kedrov. "la psicología...". Keldysh ET ALL. LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. p. 120.
- 38.- Artobolevski. "Lugar e importancia... Keldysh ET ALL. LA EDAD DEL... p.42.
- 39.- Carl Hempel p. 85. Esta idea se refrenda en Tomas Kuhn y Karl Popper: "Pero ni sir Karl ni yo somos inductivistas. Ninguno de los dos creemos que haya reglas para inducir teorías, correctas o incorrectas, se induzcan en absoluto. En lugar de ello las consideramos como creaciones imaginativas, inventadas de una sola pieza para aplicarlas a la naturaleza". T. Kuhn "La lógica del..." en LA CIENCIA Y SUS METODOS . p. 100. Aunque debe reconocerse que esta invención debe estar inspirada en fenómenos que la teoría anterior no explica o por lo menos no ofrece una respuesta suficientemente satisfactoria.
- 40.- Carl Hempel. FILOSOFIA DE LA... p. 33.
- 41.- Kedrov. "La psicología..." Keldysh ET ALL. LA EDAD DEL... p. 113.
- 42.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 136.
- 43.- A. Berg. p. 167. También Artobolevski. "Lugar e importancia de la juventud en los logros científicos del país de los soviets" p. 43-44. y Alexandrov. "La pasión inspirada por la ciencia y la vocación del sabio" p. 65. todos ellos en Keldysh. ET ALL, en LA EDAD DEL CONOCIMIENTO.
- 44.- A. Berg. "la necesidad del estudio permanente y creador" en Keldysh ET ALL. LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. p. 161.
- 45.- Keldysh ET ALL. "A quienes abordan el camino de la ciencia" IDEM. p. 13.
- 46.- En Jeremy Bernstein. LA EXPERIENCIA DE LA CIENCIA. p. 84.
- 47.- Louis de Broglie. POR LOS SENDEROS DE LA CIENCIA. pp. 287-288.
- 48.- P. Alexandrov en Keldysh, LA EDAD... pp.56-57.
- 49.- IBIDEM. p. 114.

59.- Kedrov "La psicología...". En Keldysh ET ALL. LA EDAD... p. 126.

51.- R. Jozlov. "La formación del joven especialista en la escuela superior" en Keldysh ET ALL. LA EDAD DEL ... p. 21.

## CAPITULO 2.

LA APTITUD METODOLÓGICA TÉCNICA E INSTRUMENTAL  
SEGUNDA EXIGENCIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.

Pero si se reconoce que el impulso de la investigación suele originarse en los momentos más inesperados y bajo las inspiraciones más disimulas, entonces se nos plantea una interrogante: ¿Qué distingue al investigador de la gente común y corriente? Porque podrá afirmarse, y con razón que casi todo el mundo tiene buenas ideas de vez en cuando, y en las situaciones más sorprendivas y singulares.

El punto de partida de la investigación, la identificación de un problema antes ignorado, tiene como fuente primaria la relación estrictamente personal que se da entre la experiencia del individuo, su percepción sensorial y los hechos, sean estos naturales o sociales. Por tanto no difiere esencialmente de otros tipos de actividades.

Resulta de vital importancia aclarar este punto. Mucha gente se ha bañado en tina, otros más han visto caer los frutos de los árboles y sin embargo, sólo ha habido unos cuantos que asociaron esa clase de hechos con un problema científico.

Estas mismas vivencias en cualquier otro hombre hubieran quizás pasado desapercibidas, o mejor aún, habrían servido para otros fines y no los estrictamente científicos. La cuestión que se plantea es cuándo y porqué esas intuiciones se convierten en parte del conocimiento científico.

Parece lícito afirmar que la diferencia entre un individuo cualquiera y otro que se dedica a la ciencia, parte de la forma en como cada uno materializa su intuición.

La explicitación de la idea genial del individuo que NO se dedica a la investigación científica puede ser extraordinariamente variada. intuitiva e individual, como ya se apuntó, pero también podría manifestarse en una poesía, en una obra de teatro, en una pintura o en alguna otra forma de expresión artística; podría, asimismo, mostrarse como producto de la revelación y entonces hablaríamos de misticismo o de chamanería y hasta de dogmatismo. Estas interpretaciones son válidas, pero tienen algo que las hace personales y no científicas: son productos subjetivos que no necesariamente deben coincidir con la existencia de hechos naturales o sociales observables.

Que la fuente donde abreva el conocimiento científico y otras formas de conocimiento, como el artístico puede ser la misma, ha sido sospechada sobre todo por los mismos científicos, que suelen acercarse a estas otras experiencias con más interés que los artistas a la inversa. P. Alexandrov lo expone de la siguiente manera 1/:

"Un trabajo científico genuino, la búsqueda de respuesta a la pregunta de cómo son las cosas en la realidad, siempre trae desasosiego, comporta siempre transacciones desde un intento malogrado a otro, hasta encontrar, por fin, el enfoque acertado, si es que lo encuentra. Este trabajo es tan desasossegado como el de un músico que busca y tarda mucho tiempo en encontrar la sonoridad necesaria para su frase musical".

Gunther Stent sostiene que las diferencias entre el arte y la ciencia no son profundas porque en ambos casos se trata de creaciones únicas 2/. El arte y la ciencia son actividades de empeño, de descubrimiento y de comunicación. El dominio de artista es el subjetivo mundo de las emociones. El científico, en contraste, lo que persigue es tratar de probar si su idea o suposición, que explica o describe un fenómeno, resulta correcta, es decir, si coincide con los hechos, en virtud de un proceso denominado: investigación científica.

Por ello, la práctica del método científico resulta el elemento clave de esta diferenciación entre el investigador y el resto de la gente. Probablemente sea Pumpidian - Midlin quien explica mejor la función de la metodología en la construcción de la ciencia 3/.

"El propósito básico de la metodología es el control de las variables que interfieren en el proceso de investigación. La metodología de la observación y la investigación científicas de los fenómenos naturales ES MAS fundamental que las conclusiones teóricas que se derivan de los datos observados" ... "si el método satisface los criterios de precisión científica, los datos obtenidos constituyen observaciones válidas de la naturaleza y suministran la materia prima con la cual trabaja la ciencia" (subrayado del autor).

Para Hans Reichenbach la importancia de esta fase es primordial 4/:

"El mismo científico que descubrió su teoría por medio de conjeturas las comunica a los demás sólo después de que ha visto que su conjetura se halla justificada por los hechos".

Carl Hempel se expresa en términos similares 5/:

"Si bien las hipótesis y las teorías pueden ser libremente inventadas y PROPUESTAS, sólo pueden

ser ACEPTADAS e incorporadas al CORPUS del conocimiento científico si resisten la revisión crítica que comprende, en particular, la comprobación y experimentación, de las apropiadas implicaciones contrastadoras".

Aunque Karl Popper difiere del sentido "contrastador" de la evidencia empírica, no deja de poner el acento en la validación del conocimiento 6/:

"Este (el análisis lógico del conocimiento científico) no se interesa por CUESTIONES DE HECHO sino únicamente por cuestiones de JUSTIFICACIÓN o VALIDEZ".

Por su parte Tomas Kuhn no dejar de reconocer que la verificación es una parte fundamental de la investigación 7/.

"Si la conjetura o hipótesis pasa suficientes contrastaciones o contrastaciones suficientemente severas el científico habrá hecho un descubrimiento o al menos habrá resuelto un rompecabezas".

No todos los que se ocupan de explicar las características de la ciencia coinciden en que la etapa probar la validez de los supuestos sea el elemento determinante para identificar a un científico. En estos casos, independientemente de su preferencia filosófica, destacan en el científico el poder de discernir "algo" que el resto de los hombres son incapaces de alcanzar. Raúl Rojas por ejemplo, considera que la diferencia entre la percepción común y la científica estriba en que esta última busca la esencia: "únicamente la teoría puede resolver el problema de la esencia" de los fenómenos 8/. El filósofo marxista Rosental es de semejante parecer: La "Esencia es lo más importante, lo decisivo en la masa del fenómeno, es lo sustancial de la

realidad, su lado interno" 9/.

Buena parte de los científicos marxistas insisten en la importancia de la búsqueda de la "esencia" como parte del bagaje conceptual del científico. En este caso el papel de la ciencia queda subordinada a una respuesta bastante ambigua, puesto que el término "esencia" tiene diversas connotaciones dado que en rigor un fenómeno puede ser visto desde varios ángulos; físico, químico, biológico, técnico, e incluso social, entre otros, por lo que la esencia en cada caso tiene objetos diferentes. Podemos mencionar al psicólogo Norwood R. Hanson y al físico Robert Haveman entre los que cuestionan el concepto de la "esencia" como algo absoluto e inherente a los fenómenos y por ende específico de la investigación científica 10/.

Los racionalistas también sostienen que la actividad que diferencia al científico del resto de la gente es el uso que hace de su mente. Adolfo Critto, por ejemplo, sostiene que: "El principio que sostiene como criterio válido para reconocer un producto de la ciencia es su consistencia lógica" 11/. Esta es, como puede apreciarse, una postura más racionalista que la de Popper.

Pero desde la perspectiva que se ha tomado: esa intuición afortunada que ha descubierto cierta respuesta a una pregunta planteada pertinentemente sobre la naturaleza o la sociedad y que puede ser resuelta en esta etapa del desarrollo histórico sólo INICIA el proceso de incorporación al conocimiento científico. El paso decisivo para hacer ciencia implica que el

individuo posea la disposición y la aptitud para someter esas ideas a su verificación frente a los hechos, es decir, que esté dispuesto a someter esa conjetura a las exigencias de la investigación científica.

NINGUNA OTRA PERSONA EN CUALQUIER OTRA TAREA ESTA EXIGIDA A REALIZAR ESTA OPERACION.

El investigador no se basa en la metodología de la investigación para identificar un problema y para proponer una respuesta tentativa. Estas cuestiones están más relacionadas con sus conocimientos estructurados sobre el tema, su interés por el problema, las posibilidades de su imaginación y sobre todo con la capacidad para mezclar todo lo anterior creativamente.

La investigación empírica aunque parte de la misma fuente de los otros conocimientos, es decir, de la percepción sensorial de los fenómenos, NO recorre los mismos caminos; se diferencia por seguir una "vía" que la posibilita para establecer un sistema, inferido en buena parte de los hechos particulares, y que la faculta para poder generalizar y socializar el conocimiento de los fenómenos que pueden ser observados directa o indirectamente.

No por equivocación Bernal afirmó que la ciencia posee una tradición acumulativa 12/, debido a que el conocimiento científico sólo pasa a ser tal cuando está dispuesto a someterse a la verificación; por lo que repetidamente se ponen a prueba sus supuestos, teorías y leyes; lo que permite a la ciencia y al científico partir constantemente de bases más sólidas, en busca de nuevas respuestas, frente a los retos que ofrecen los

complejos fenómenos naturales y sociales.

A veces, se ha creído que este camino es una especie de "via regia", de un sendero que nos guiará a la verdad, sobre la naturaleza y el hombre y que la única tarea del científico consiste en mantenerse en él. Nada más alejado de los hechos, como lo señalan Paul Samuelson y Nordhaus con respecto a su disciplina 13/.

"El proceso de observación, la formulación de hipótesis, la verificación, la interpretación y la síntesis. Es al mismo tiempo lógico y desordenado, riguroso e intuitivo, y profundamente impredecible; pero es precisamente este proceso, que ocurre cientos de veces, el que lleva a la mutación y la evolución de la ciencia económica"

Un científico independiente del tipo de problemas que aborda, TIENE EN COMUN con otros investigadores el reto de responder a la pregunta de ¿Cómo explicar el comportamiento de determinados hechos? Por otra parte, lo que DISTINGUE a los investigadores entre sí radica en el TIPO de problemas que prefiere explicitar mediante el método de investigación científica..

Un químico, un físico, un geólogo, un ingeniero que pretende hacer investigación científica tiene ante sí un reto semejante al resto de sus colegas de otras disciplinas, esto es, probar mediante los hechos el valor explicativo de su conjetura.

Suponiendo que esto sea así, qué habrá de particular en la historia, la psicología, la sociología, la economía, entre otras. Las llamadas ciencias sociales. Acaso no tienen muchas, quizás excesivas limitaciones el conocimiento social frente a las

exigencias de la ciencia empírica, la ciencia que aborda los problemas derivados de fenómenos observables?

Hay opiniones al respecto que consideran que es posible hacer ciencia empírica en la cuestión social. Carlos Rama, por ejemplo, opinaba que la historia puede considerarse ciencia debido al método, parecido en mucho a otras ciencias no experimentales (se puede mencionar a la geología, la astronomía, entre otras.), "con las limitaciones que impone su particular tipo de realidad" 14/. Paul Samuelson, autor de un libro que ha servido a numerosas generaciones de economistas, también lo piensa así 15/: "Al igual que los astrónomos o los meteorólogos, generalmente [los economistas] deben conformarse en gran medida con observar". Carl Hempel también se da cuenta que esta unidad metodológica corresponde tanto a las ciencias naturales como las sociales 16/:

En "Nuestra exploración de la filosofía de las ciencias naturales tendremos ocasión de lanzar una mirada comparativa a las ciencias sociales, y veremos como muchos de nuestros resultados relativos a los métodos y a la estrategia de la investigación científica se aplican a las ciencias sociales tanto como a las naturales".

Sin embargo, independientemente de las opiniones en torno a esta posibilidad, cabría preguntarse si los obstáculos que enfrentan los conocimientos de los procesos naturales para acceder al conocimiento científico, también pueden ser superados por el conocimiento social. Nos referimos a la dificultad casi insuperable para realizar EXPERIMENTOS, la misma PREDICCIÓN, e incluso la MEDICIÓN de muchos fenómenos y procesos sociales tienen limitaciones. Además este tipo particular de conocimiento

parece que es difícil de ser tratado mediante el estudio riguroso de los hechos.

Quizás es demasiado exigir al conocimiento social que se someta a las exigencias de la objetividad, la racionalidad, la sistematicidad, la generalidad, y la verificabilidad todas ellas características del método científico contemporáneo 17/.

Alberto Pla, por ejemplo, no acepta que la ciencia empírica pueda aplicarse a la disciplina que práctica, señala: "No hace falta ser marxista para rechazar la supuesta objetividad en la historia." 18/. Otro tanto sucede con Antonio Alonso 19/, Enrique de la Garza 20/, Michel Lowy 21/, entre otros.

Pero independientemente de las opiniones, a favor o en contra, lo que debe de analizarse son dos aspectos que determinan si puede pensarse que las disciplinas sociales puedan aspirar convertirse en parte del conocimiento científico.

El primero se refiere a si los hechos sociales pueden ser considerados equivalentes a los hechos naturales. Si ello NO fuera así, entonces, no podrían ser sometidos a la verificabilidad, y a los métodos, técnicas e instrumentos (en particular los estadísticos) que se utilizan en las ciencias naturales.

A primera vista esta diferencia parece muy obvia, mientras que los hechos sociales no se repiten, es decir, son únicos, los

naturales parece que se pueden repetir a gusto del investigador 22/.

Esta afirmación se puede refutar en dos sentidos: a) porque aunque los hechos sociales tienen una gran dosis de no replicabilidad, también es cierto que contiene una gran cantidad de elementos generalizables, sin los cuales ningún hecho particular podría ser entendido en su propia especificidad. Todo intento de análisis social por más rudimentario que sea debe partir implícitamente, al menos, de entender las limitaciones y posibilidades del género humano, de la economía y de la sociedad en que aparece tal hecho, es decir, de aspectos necesariamente generales. Cabe mencionar la refutación a esta postura agnóstica que hizo el filósofo José Ortega y Gasset 23/.

César "esa constante individual incluye múltiples constantes no individuales. Cesar la concreción Cesar, está integrada por muchos ingredientes abstractos que no le son exclusivos, sino al revés, comunes con los demás romanos, con los romanos de su tiempo, con los políticos romanos de su tiempo, con los hombres de carácter <cesáreo>, con los generales vencedores en todos los tiempos."

El segundo sentido de esta réplica se dirige a destacar que los hechos naturales, tal y como los percibe el modelo científico contemporáneo no son idénticos a otros hechos de semejante naturaleza. El principio de irreversibilidad formulado estadísticamente por Boltzman en física dejó asentado que todos procesos naturales tienden a la uniformidad 24/, es decir, se degrada su energía, por lo que el tiempo resulta ser una variable independiente que afecta a los hechos naturales.

Los hechos naturales, por tanto, también son únicos. En el sentido de que en la repetición de un experimento siempre es posible esperar una variación, aunque sea ésta casi imperceptible.

El investigador, por tanto, para poder convertir los hechos a datos que le permitan comprender los procesos involucrados tiene que tomar en cuenta las características específicas de los hechos que observa, sean naturales o sociales. Estas particularidades serían:

ELEMENTOS GENERALES QUE CONTIENE UN HECHO SOCIAL O NATURAL

CARACTERISTICAS

SIGNIFICADOS

---

UNICOS	Lo cual significa que no es posible encontrarse un hecho que sea <u>idéntico</u> a otro hecho. Siempre será posible encontrar, por lo menos, una casi imperceptible variación. Si lo anterior es casi obvio en los fenómenos sociales, no lo es menos en los naturales.
SIMILARES	Aunque no existe un hecho idéntico a otro, es decir, a pesar de la variedad entre uno y otro fenómeno de la misma naturaleza o condición, es posible encontrar alguna unidad.
HETEROGENEOS	En el sentido de que el hecho se encuentra inmerso en la realidad, por lo que en rigor se encuentra mezclado junto con un sinnúmero de otros hechos, pero de distinta naturaleza.
GENERALIZABLES	Que un conjunto de hechos semejantes y observados sistemáticamente expresan algún tipo de relación, natural, social o técnica. Si la relación se comporta como una reacción <u>constante</u> puede dar lugar a un proceso, natural o social, según sea su condición.

---

Por otra parte no puede negarse que existen ciertas características de los hechos sociales que lo distinguen del

natural. El conocimiento social necesita de una percepción espacio-temporal más amplia y profunda de la que se tiene comúnmente, porque los fenómenos sociales deben interpretarse bajo una perspectiva histórica para entender su pronóstico. Pero esa particularidad no invalida a lo social como conocimiento científico.

El segundo punto que hay que tomar en consideración para determinar si el conocimiento social puede aspirar a convertirse en ciencia, es si los hechos sociales son capaces de producir leyes y si esto es así, determinar si las leyes sociales pueden ser equivalentes a las naturales.

Fueron los filósofos jonios los que postularon que la naturaleza poseía leyes y que éstas debían ser producto de procesos que eran independientes de la consciencia de los hombres 25/. El modelo empírico además postula que esas leyes sólo tienen una probable ocurrencia.

Pero, ¿pueden las disciplinas sociales llegar a formular leyes objetivas?, es decir, leyes que sean independientes de la consciencia de los hombres y además probables. ¿Acaso son leyes objetivas, por ejemplo, la ley de la oferta y la demanda, entre otras? En principio esta idea parece contradecirse con otra que establece que las acciones de los hombres son intencionales, o sea, que buscan finalidades. Los hombres, se afirma, elaboran conscientemente sus relaciones sociales, por tanto, sus leyes carecen de objetividad.

En cierta medida el hombre puede tomar decisiones por voluntad

propia, pero de ello no se sigue que pueda relacionarse con su entorno social como le plazca. Ello porque esas decisiones se ven mezcladas desviadas y entorpecidas por otras múltiples decisiones de sus contemporáneos. Además las relaciones sociales tienen un antecedente histórico y geográfico, que las define de antemano, aunque en la interacción social y el desarrollo material de la sociedad se modifiquen, mas no en el sentido en que quisieran los hombres.

Un individuo puede desear dejar de pertenecer a una clase social, o puede renunciar a su familia, pero eso no evita que esas relaciones históricas continúen existiendo, mientras las condiciones sociales y económicas que las generaron no cambien. En otras palabras, las leyes sociales e históricas; las leyes de parentesco, las leyes que regulan los procesos de enseñanza aprendizaje, las leyes que regulan las relaciones entre patronos y obreros también son leyes positivas, es decir, pueden ser descritas por los hechos, las circunstancias y las relaciones sociales que las provocan. Por tanto, las leyes sociales, también son independientes de la consciencia de los hombres aunque tampoco son exactas, sólo se cumplen en promedio, es decir, no son leyes universales, sino históricas y de carácter estadístico.

La parte normativa, de las ciencias sociales, también existe, pero se refiere a la ética y a los juicios de valor que una decisión tiene en el ámbito social. Ella tiene un importante papel que desempeñar, en cuestiones como; Cuánto es el monto que los propietarios deben pagar en impuestos. Se debe o no pagar una

deuda. Debe de subsidiarse a la educación superior, que nivel inflacionario es el adecuado. Todo ello se puede discutir y decidir, pero no apelando a la ciencia o los hechos 26/. Se trata de cuestiones que se resuelven mediante la elección política. Lo que sí se puede investigar científicamente son las consecuencias de esas decisiones en el ámbito social, económico, político, entre otros.

De lo anterior se puede concluir que existe un amplio campo de lo social que puede ser sometido a las exigencias de la ciencia empírica. Aquella que estudia los hechos sistemáticos, que pueden ser observados directa o indirectamente.

El mundo social es mucho más impredecible que el natural, quizás porque aún no se tiene claridad de las variables independientes que inciden en los procesos sociales. Sin embargo, la única manera de solucionar ello, estriba en trabajar y afinar más la observación de lo social. En la medida que se sea más riguroso en el estudio de los hechos, probablemente mejorarán las explicaciones de nuestro comportamiento social y quizás algún día se logre disminuir el nivel de incertidumbre que se tiene sobre el futuro de lo social y en consecuencia actuar con mayores probabilidades de éxito.

Con respecto a si el investigador social debería o no apoyar sus análisis con instrumentos cuantitativos, ello es una mera cuestión de opinión. El científico recurre al mejor método que pueda diseñar. Lo significativo para la investigación, en todo caso, es aportar las pruebas más exigentes o variadas para

verificar la validez de las hipótesis puesta a prueba.

Lynn T. White, innovador en los métodos históricos, es lapidario con respecto a estos prejuicios 27/:

"Los humanistas se enorgullecen de su libertad espiritual; raras veces piensan que están subyugados por la tradición. Sobre todo, están ligados a la palabra (escrita). Los textos lo son todo, y los otros medios por los cuales los hombres han dejado testimonio de sus pensamientos y pasiones, logros y fracasos, son descartados. El humanismo no madurará mientras no sean consideradas y aprovechadas todas las posibles fuentes de comunicación".

Oskar Lange, economista y considerado como uno de los más notables neomarxistas, consideraba que había tres métodos para verificar leyes o hipótesis en teoría económica: estadística, histórica y experimental 28/.

Afirmaba, por su parte, el sociólogo Wrigth Mills 29/

"Quizás seamos con frecuencia capaces de hacer exposición detallada en la manera abstracta y más precisa de la investigación estadística. Para otros problemas y conceptos, nuestra verificación será como la del historiador; es el problema de la prueba".

En resumen, y si los argumentos con que se defiende esta unidad entre el conocimiento natural y social son sólidos, es posible afirmar que la persona que se dedica al estudio riguroso de las ciencias sociales eventualmente sólo diferirá de otros investigadores en el objeto de estudio. En esencia una diferencia de gustos, preferencias y actitudes, aunque normada, eso sí, por un cierto tipo de práctica, de "accionar".

Descubrimos en primera instancia un doble compromiso fundamental

en el investigador; el primero delata la decisión de dedicarse creativamente a un objeto particular del conocimiento y el segundo, el PROPOSITO de utilizar un método particular de indagación: la investigación científica. La adopción de este par de compromisos existenciales por el individuo que se dedica a la ciencia la denominaremos convencionalmente LUNA ACTITUD CRITICA HACIA LA CIENCIA.

El que desee en verdad ser investigador deberá adoptar una responsabilidad parecida en su motivación a la de un deportista amateur, esto es, el que realiza una actividad por gusto, por deseo, no por obligación. Por eso mismo deberá respetar las reglas establecidas en el juego.

Mas, no basta tener disposición, buen ánimo y una actitud crítica hacia la ciencia para convertirse en buen investigador; es menester obrar, pasar a la acción, a la práctica. En otras palabras, es preciso demostrar APTITUD CIENTIFICA, o sea, tener la capacidad de hacer investigación científica 30%. Es aquí donde subterránea pero sistemáticamente entra la cuestión de la metodología y todo el bagaje instrumental y técnico necesario.

Si las intuiciones geniales de Newton, de Goodyear, de Piccard y de tantos otros no hubieran podido demostrar por métodos replicables de que esa inspiración coincidía con los hechos, esas leyendas o anécdotas no hubieran sido recogidas por la historia.

Si Arquimides no hubiera tenido la habilidad para construir un

método que demostrara que los cuerpos sólidos que se sumergen tienen un desplazamiento constante del líquido que los rodea, no hubiera podido demostrar la existencia del fraude en la composición de la corona hecha para Heron II tirano de Siracusa, por lo que la historia nunca hubiera recogido aquel famoso "Eureka", último estertor de la ciencia helenística 31/.

Por tanto, es posible afirmar que existen dos elementos sustanciales al proceso investigativo: 1) actitud crítica y 2) aptitudes metodológicas, técnicas e instrumentales.

Aquel que decida abordar la cuestión científica deberá tener presente que estos dos compromisos interactúan dialécticamente. El historiador Pocock lo resume muy bien: "Si la vida del historiador tiene una continuidad, debe consistir en la formación constante de una pauta de pensamiento e investigación" 32/. C. W. Mills en el campo sociológico lo señala también: "Los pensadores más admirables de la comunidad escolar a que habéis decidido asociarnos no separan sus trabajos de sus vidas" 33/.

El que enfrente el estudio de los hechos, naturales o sociales, habrá de tener presente esta relación dialéctica entre actitud crítica y aptitud científica, separadas la una de la otra el resultado puede ser inesperado. Desde un fraude con tintes pseudo científicos hasta una novela con falsas pretensiones.

Aquel que se acerque a la indagación de cualquier tema bajo la forma que hacemos referencia deberá sentir un gran gusto y un auténtico compromiso por el problema que ha decidido enfrentar. Indagación que además estará dispuesta a sujetarla y a manejarla

Bajo los principios de la metodología de la investigación científica.

Ya que hemos entrado de lleno al campo de la ciencia, sería válido preguntarnos cuáles son los tipos de experiencias que deberían de prevalecer o practicarse frente a ella? Estimo que el interesado en los problemas científicos deberá tener presente que la ciencia representa una parte muy importante de la memoria colectiva de la experiencia humana. Por ello, la función del investigador es demostrar que la ciencia tiene como núcleo indagar el cambio permanente de los procesos naturales y sociales, lo que lleva al hombre a enfrentar con éxito las problemáticas que le depara el futuro. Además de ser un conjunto de conocimientos que tratan de manera compleja los múltiples y variados aspectos de la naturaleza y la experiencia humana 34/.

De la afirmación anterior se desprende que la potencialidad intelectual del investigador se distingue por la calidad y complejidad de los problemas científicos que enfrenta y resuelve y publica.

Por todo ello, el conocimiento científico se enfrenta a la responsabilidad de crear métodos, conceptos, técnicas, instrumentos y elementos técnicos que permitan emprender el análisis riguroso con el fin de interpretar cualquier proceso, y en consecuencia ser capaces de efectuar generalizaciones válidas. Es claro que debido a su complejidad y pretensión, el esfuerzo a realizar no puede ser menor al exigido, por ejemplo, a

cualesquiera de las disciplinas formales.

Reconocidos los fenómenos naturales y sociales como elementos susceptibles de participar dentro de los procesos de la investigación científica, cabría acaso preguntarse cuáles son concretamente esas aptitudes y habilidades que el interesado en la problemática científica debe desplegar para desarrollar eficientemente su oficio?

Se estima esencial en el científico el practicar y respetar las reglas generales del proceso de investigación que se avoca al estudio de los hechos. Es menester, entonces, aplicar la racionalidad, la objetividad, la sistematización, la verificación, y la generalización a cada una de las fases del trabajo de investigación; en la delimitación del problema y en el planteamiento de los objetivos, en la formulación de las hipótesis, en la elección de un procedimiento capaz de someter a verificación sus supuestos iniciales, en la sistematización de sus operaciones y las mecánicas de observación, en la recolección de los datos y en la organización de la información, en la verificación de sus descubrimientos, y en la postulación de las generalizaciones finales en forma de teoría 35/.

Lo que el aspirante a investigador deberá tener en mente es que las reglas o principios del conocimiento científico no aparecen expresamente en ni en el proceso de investigación, ni en el informe científico, aunque deberán estar presentes siempre en él. En otras palabras, para que las investigaciones que se llevan a cabo aporten sus resultados al caudal del conocimiento

científico y por tanto la comunidad científica los reconozca, es necesario haber respetado las reglas y principios del "método de la ciencia". Si se violara alguno de ellos, los resultados carecerían de validez.

Las exigencias que la comunidad científica actual le solicita, a través de la metodología de la investigación, a todo trabajo científico pueden ser enunciadas de la siguiente manera:

**RACIONALIDAD.** Que las ideas, juicios, raciocinios y operaciones se concatenen de manera lógica, en tal forma que la presentación del proyecto, el desarrollo del análisis, la realización del experimento y los resultados sean convincentes, y las conclusiones equilibradas. Que no existan lagunas en la temática, ni resultados sin antecedentes.

**OBJETIVIDAD.** La ciencia fáctica parte de un principio básico, que la realidad, o sea, los procesos naturales y sociales se producen de manera independiente de los deseos, los intereses, los valores morales y estéticos, y las preferencias de los hombres. Por tal motivo estas actitudes emocionales deben de quedar excluidas de los argumentos que utilice el investigador para extraer de los hechos los procesos, las leyes y las teorías que describen, explican, y predicen el comportamiento de los hechos reales. Estos argumentos deberían explicitarse a través de razonamientos, abstracciones, ideas, conceptos y categorías.

A estos supuestos es necesario agregarle otro elemento de la objetividad, que se expresa directamente en la investigación. En

palabras de Sidney Siegel: "Se insiste en la objetividad porque el método científico requiere que las conclusiones sean alcanzadas por métodos públicos susceptibles de ser repetidos por otros investigadores." 36/.

Debe notarse que en esta idea de la objetividad no existe ningún compromiso con la neutralidad. La ciencia no tiene que ser neutral, es más, no es neutral; desde que el investigador escoge el tipo de problemas que va a tratar se pueden notar las preferencias y la concepción del mundo que el investigador posee 37/.

**SISTEMATIZACION.** La necesidad de ordenar, organizar y clasificar paso a paso el conjunto de elementos; instrumentos, técnicas y operaciones mentales y manuales que contribuyen a dar coherencia a los resultados de la investigación y que sean expuestos en el informe como muestra de las posibilidades y limitaciones del estudio.

**GENERALIZACION.** La capacidad que tienen los resultados de una investigación para ir más allá de los fenómenos analizados y proyectarse sobre los procesos equivalentes de los universos estudiados.

**VERIFICACION.** Que el proyecto en su conjunto o en cada una de sus partes, así como en las consecuencias de sus conclusiones, puedan ser revisados, puestos a prueba y comprobados, todas las veces que se estime necesario.

El principio de verificación le considero de una importancia

fundamental para la investigación contemporánea, y en rigor, el resto de los conceptos trabajan para lograr consolidar la verificación. La razón de ello se fundamenta en que una teoría por más racional, objetiva y sistemática que se formule, no se aceptará como parte del conocimiento científico si los hechos no la corroboran.

Estas reglas metodológicas debe mirarse más como un propósito que una obligación. En la medida que ellas se logren, la indagación de los fenómenos se acerca más al camino del conocimiento científico y se aleja de la pretensión de adaptar los procesos naturales y sociales a nuestros íntimos deseos.

Para el científico el lograr las exigencias que solicita la investigación científica tiene una razón de ser. Es que este es el método más eficaz que ha encontrado el hombre para enfrentar los problemas y las incertidumbres que le depara el futuro.

Podemos concluir finalmente, si retornamos a lo que significa la segunda exigencia de la investigación científica, que para realizarla también se necesita tener los conocimientos, la imaginación y la experiencia para diseñar la manera de proceder para verificar las hipótesis planteadas, y ello exige utilizar diversos métodos, técnicas e instrumentos. Sin ellos, el científico deja de ser tal. La maestría con que se diseñen y/o apliquen tales estrategias manifestará el grado de dominio que el científico tiene para enfrentarse a los problemas de su disciplina.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- P. Alexandrov. APUD. "La pasión inspirada por la ciencia y la vocación del sabio". En Keldysh ET ALL. LA EDAD...p. 59. 2
- 2.- Véase Gunter Stent. "Prematurity and uniqueness in ..." en CIENTIFIC AMERICAN. vol 227, p. 89.
- 3.- Pumpidiam - Midlin. EL PSICOANALISIS COMO CIENCIA p.212. Esta defensa tan lúcida de la importancia del método se opone a ciertas afirmaciones sobre la debilidad del mismo, como lo hace de la garza: "Posiblemente mas que un método, en el sentido que el positivismo lo entiende, debería hablarse de criterios metodológicos de grados diversos de generalidad" EL METODO DEL CONCRETO ABSTRACTO CONCRETO. p. 88.
- 4.- Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. p. 239-240.
- 5.- Hempel. FILOSOFIA DE LAS CIENCIA NATURAL. p. 34.
- 6.- Karl Popper. LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. pp. 30-31. Además "El científico conjetura acerca del modo más apropiado de relacionar el propio problema , "Los siguientes pasos de la investigación tendrán por objeto contrastar la conjetura o hipótesis".En Karl Popper. "Lógica del..." LA CIENCIA Y SUS METODOS". p.92.
- 7.- Thomas Kuhn. "La lógica del..." En LA CIENCIA y... P.92.
- 8.- Raúl Rojas Soriano. EL PROCESO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.p.21.
- 9.- M. Rosental. QUE ES EL MATERIALISMO DIALECTICO p. 157.
- 10.- Véase a Norwood R. Hanson. PATRONES DE DESCUBRIMIENTO. OBSERVACION Y EXPLICACION. y Robert haveman. DIALECTICA SIN DOGMA.
- 11.- Adolfo Critto. EL METODO CIENTIFICO EN LAS CIENCIAS SOCIALES. p. 17.
- 12.- J. Bernal. LA CIENCIA EN LA HISTORIA. p. 56-58.
- 13.- Paul Samuelson y Nordhaus. ECONOMIA. P. 14.
- 14.- Carlos Rama. TEORIA DE LA HISTORIA. pp.41-42.
- 15.- Paul Samuelson y William Norhaus. ECONOMIA. p.9

- 16.- Carl Hempel. FILOSOFIA... p. 14.
- 17.- Cf a Mario Bunge. LA CIENCIA. SU METODO Y SU FILOSOFIA. pp 7-39. José L. López Cano. METODOS E HIPOTESIS CIENTIFICOS. pp. 72-73
- 18.- Alberto Pla. LA HISTORIA Y SU METODO. P.6.
- 19.- Alonso. METODOLOGIA p. 46. Véase también a Alfredo Tecla. METODOLOGIA EN LAS CIENCIAS SOCIALES. p. 22.
- 20.- Enrique de la Garza. EL METODO DEL CONCRETO ABSTRACTO <sup>de</sup> Alfredo Tecla  
METODOLOGIA EN LAS CIENCIAS SOCIALES. p. 22.
- 20.- Enrique de la Garza. EL METODO DEL CONCRETO ABSTRACTO  
CONCRETO . p. 152.
- 21.- Cf. Michel Lowy y otros. "Objetividad y punto de vista de clase en las ciencias sociales"/. En SOBRE EL METODO MARXISTA.
- 22.- José Ortega y Gasset. "La <filosofía de la historia> de Hegel y la historiología". En OBRAS COMPLETAS. TOMO 8. P. 534.
- 23.- IBIDEM. p.535.
- 24.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. p. 169.
- 25.- Isaac Asimov. HISTORIA UNIVERSAL ASIMOV. LOS GRIEGOS. p. 66.
- 26.- Samuelson y Nordhaus. p. 11.
- 27.- Linn White "Historia de clavos y herraduras" en Curtis. EL TALLER... pp. 75-76.
- 28.- Oskar Lange. ECONOMIA POLITICA. p. 114-126.
- 29.- Wright Mills. LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. p. 141.
- 30.- Luis Duarte. DISEÑO DE UN SISTEMA CUANTITATIVO PARA EVALUAR INFORMES CIENTIFICOS EN EL AREA DE LAS CIENCIAS SOCIALES. p. 25.
- 31.- John Bernal LA CIENCIA EN LA...p. 237.
- 32.- "El trabajo sobre las ideas..." en Curtis. EL TALLER DEL... p. 171.
- 33.- C. W. Mills. LA IMAGINACION... p. 206.
- 34.- Lothar Knauth. PROGRAMA DE HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA. p. 10.
- 35.- Luis Duarte. EL DISEÑO DE... p. 25.
- 36.- Sidney Siegel. ESTADISTICA NO PARAMETRICA. p. 25.

## LA TRASMISION DE INFORMACION.

## TERCERA EXIGENCIA DEL PROCESO DE LA INVESTIGACION.

Hecha la inmersión dentro del mundo de la ciencia, y de haber puesto en relieve la importancia de asumir dos conceptos claves en el investigador, la actitud y la aptitud científica, debe destacarse otra exigencia que tiene que ver con el uso que la ciencia da a sus resultados. Estos por fuerza deben COMUNICARSE a la comunidad científica y a otras capas sociales interesadas en los resultados obtenidos. De esta manera toma forma y contenido la idea de que la ciencia tiene un carácter acumulativo.

Esta transmisión de información es capaz de adoptar diversas formas. Pueden los resultados de la investigación convertirse en un informe que se publica; ya sea en forma de libro, o más comúnmente en una revista especializada y aún en la forma reservada de un informe confidencial; también puede ser dada a conocer a través de conferencias, simposios, congresos, foros, entre otros medios. Sin embargo, existe una exigencia fundamental en la comunicación científica, que ésta tenga un sustento por ESCRITO.

Este es un asunto que merece aclararse: cuántas veces no se ha escuchado mencionar que "la investigación ya está hecha", sólo falta escribirse, como si eso fuera un detalle secundario. Para

el científico que escucha este comentario sabe que ésta es una verdad a medias, porque una investigación está completa únicamente cuando sus resultados pueden ser sometidos a verificación, y una exposición oral, por bien estructurada que se presente no puede ser sometida a un proceso riguroso de revisión crítica. Carl Marx, p. ej. identificaba dos etapas diferentes en el proceso de la investigación: el análisis y validación, y la comunicación 1/:

"La investigación ha de tender a asimilarse en detalle la materia investigada, a analizar sus diversas formas de desarrollo y a descubrir sus nexos internos. Sólo DESPUES de coronada esta labor, puede el investigador proceder a EXPONER adecuadamente el movimiento real [subrayado mio] ... Claro esta que el método de exposición debe distinguirse formalmente del método de investigación ... Y si sabe hacerlo y consigue reflejar idealmente en la exposición la vida de la materia, cabe siempre la posibilidad de que se tenga la impresión de estar ante una construcción A PRIORI" [El subrayado es del autor].

A esta primera condición, el comunicar por escrito los resultados de una investigación, debe agregarse el presupuesto básico a cualquier comunicación científica: la necesidad de la claridad en el lenguaje. Hans Reichenbach señalaba que el análisis crítico de un comunicado científico debe iniciarse por el análisis del lenguaje 2/. Nada delata tanto a una postura no-científica como el desorden en la expresión, el lenguaje de imágenes, las metáforas y analogías, y las oraciones intrincadas y oscuras 3/. El economista John K. Galbraith resalta la importancia de un buen escrito para la exposición de una investigación 4/:

"Un buen escrito, y esto es particularmente importante en una materia como la economía debe implicar al lector en la materia de que se trate. No basta con explicar. Hay que hacer que las imágenes que están en la mente del que escribe reaparezcan en la mente del que lee, y la falta de esta habilidad es precisamente lo que hace que muchos escritos económicos sean tachados, acertadamente, de abstractos."

Así que, el investigador debe comprender que no basta tener el conocimiento, es necesario comunicarlo por escrito. Es muy común observar individuos que parecen dominar su materia pero que resultan incapaces de expresar por escrito y correctamente ese conocimiento. Y esto pasa en cualquier lado, sea el instituto, la Universidad, el centro de investigación o el laboratorio o el taller.

La redacción es una herramienta que parece sencilla cuando leemos un buen escrito, pero se convierte en un obstáculo formidable cuando se desea exponer un juicio claro y sencillo. Es posible afirmar que si una idea no se expresa de una manera clara y precisa, es un conocimiento todavía inmaduro. Además debe agregarse que la única forma de superar el estilo propio de redacción es practicándolo a lo largo de la vida.

La elaboración del informe, además de mantener la claridad y la precisión de lo realizado, tiene que responder a ciertas exigencias que la comunidad científica ha establecido como las adecuadas para reflejar lo realizado en el descubrimiento y la verificación de un proceso de investigación.

Esto significa que también deberá aplicar la racionalidad, la objetividad, la sistematicidad y la verificabilidad a todas y

cada una de las etapas de la elaboración del informe científico. Al redactar el planteamiento del problema que dio origen a la investigación y los supuestos que formuló en consecuencia, también al plantear los resultados del análisis y enunciar las conclusiones pertinentes, así como, al presentar en los apéndices los documentos, las tabulaciones, las operaciones estadísticas que se hubiesen efectuado. De tal manera que el informe recoja sólo aquellas acciones que podrían eventualmente ser reproducidas, verificadas y constetadas por un hipotético supervisor.

Esto significa que el investigador no debería ocultar ni las acciones que realizó, ni las pruebas que efectuó, si con ello impidiera la verificación cabal de sus hallazgos, o de la replicabilidad de sus experimentos. Es claro que una omisión en este sentido implicaría abandonar su actitud crítica y en consecuencia su trabajo dejaría de ser una investigación científica.

Como se verá más adelante, la construcción del informe no corresponde necesariamente al orden en que éste se describió y en más de una ocasión inclusive será inverso el procedimiento. Pero lo importante es que al final el informe científico pueda soportar la prueba de la verificación con éxito.

Como conclusión a esta segunda parte, es posible afirmar que los tres compromisos existenciales que se han considerado fundamentales para la práctica científica, a saber, a) UNA

ACTITUD CRITICA, b) UNA APTITUD METODOLOGICA CONSECUENTE Y c) UNA APTITUD PARA COMUNICAR ADECUADAMENTE LOS HALLAZGOS, constituyen los elementos básicos de que han permitido sostener aquella tradición científica que nació en el siglo XVII y que se especifica en TRATAR DE PROBAR LAS CONJETURAS MEDIANTE LOS HECHOS.

Cabe mencionar, además, que estas aptitudes necesarias a los que practican la investigación científica no se cumplen por un acto de volición, es decir, no aparecen por el mero hecho de desearlo, sino que son producto de la práctica científica, por tanto, se van perfeccionando a lo largo de la vida útil del investigador.

El propósito de las siguientes partes de este estudio será describir y analizar como operan estos compromisos básicos en el proceso de desarrollar una investigación científica específica.

Pero antes de dar por concluido este capítulo es menester subrayar que los valores que involucra el modelo contemporáneo del conocimiento científico no ha logrado del todo quitar de la imagen popular la idea que se tiene del científico y que obstaculiza de una manera considerable el proceso de enseñanza aprendizaje de la investigación científica, sobre todo en países que carecen de tradición en esa actividad.

Podría parecer un poco profano la insistencia en que un investigador científico para que se desempeñe con eficacia dentro de su disciplina tenga que prestar tanta importancia a hechos tan vulgares como el conocer y practicar a fondo las técnicas e instrumentos de su profesión y afines.

La imagen del investigador es muy otra. Distraídos, despeinados, fumadores de pipa -porque tienen las manos vacías-, casi siempre ausentes, sólo interesados en buscar cosas absolutamente "esenciales" y absolutamente "verdaderas". Inclusive ellos mismos se esfuerzan por hacer entender al resto de los hombres, que practican la actividad humana más profunda y compleja. Como John Bernal, por ejemplo, quien pensaba que lo verdaderamente importante es plantear el problema en una investigación; en su opinión ahí es donde se necesita la imaginación. En cambio, la manera de resolverlo resulta un arte menor, ya que en él, reconoce, sólo se necesita ingenio 5/.

Pero ¿esta imagen es cierta? ¿será posible que la actividad científica sea absolutamente superior a cualquier otra actividad humana donde la creatividad desempeñe un papel protagónico? ¿No se habrá creado un fetiche en torno a la ciencia? Mito que nos aísla y nos impide ver lo que efectivamente sucede. ¿No se habrá creado un "halo" de invulnerabilidad acritica que impide entender y explicar los efectivos procesos en que se ve envuelta la investigación científica y de esta manera limitar la enseñanza y la práctica adecuada, sobre todo en países que no cuentan con una dinámica comunidad científica?

Quizás destacar el papel de la imaginación puede ser razonablemente importante, para el caso de la cultura europea e inglesa en particular, donde las habilidades mentales y manuales tienen una relación profunda. Por desgracia, en nuestra cultura el menosprecio a las labores metódicas, sistemáticas y laboriosas

es una costumbre bastante desarrollada y su consecuencia es paralizar a la investigación científica. En verdad debemos insistir con rigurosidad en la imperiosa necesidad de tratar de justificar por la vía de los hechos lo que a veces consideramos sin necesidad de verificar como válidas generalizaciones. Ello sería tomado como un síntoma inequívoco<sup>o</sup> que el investigador posee una actitud crítica hacia la ciencia.

Es necesario resaltar esta cuestión, ya que la mayoría de los metodólogos olvidan el contexto social en el que se desenvuelven y no destacan la necesidad del trabajo sistemático y disciplinado. La cultura latinoamericana es especialmente clara en este sentido; se desentiende o aun minimiza el trabajo académico cotidiano, la construcción sistemática y la crítica veraz. En cambio, sólo tiene ojos y credibilidad para el momento cumbre, o el reconocimiento otorgado en el exterior, o el autor consagrado, o la autoridad benevolente; como si lo que afirmaran tuviera el poder de cambiar los procesos naturales y sociales que acontecen.

Destacar esta equivocada situación permite esclarecer los procesos en los que se ve envuelto el trabajo científico. Sólo de esta manera se estará en condiciones de entender claramente las implicaciones para la vida y la cultura y la economía que tiene el buscar soluciones más generales y dejar de lado respuestas improvisadas.

Desde el momento que un individuo labora en alguna actividad que busca obtener información veraz y oportuna para actuar en

consecuencia, a través de métodos replicables se convierte en un investigador científico, no importa qué problema intente resolver, ni que disciplinas estén involucradas. Entender ello, es acercarse a la respuesta de para qué sirve hacer investigación científica y cómo se le puede practicar. Este es un conocimiento necesario en un país que no ha sido capaz de incorporar el pensamiento y la actividad científica a la sociedad y la economía.

El problema reside en que la enseñanza de la investigación científica no hace explícita la diferencia entre estos tres compromisos existenciales que se han mencionado.

En los países con experiencia amplia en ciencia el proceso de enseñanza aprendizaje adopta la fórmula del ensayo y el error. Ello involucra una amplia gama de acciones mentales y manuales que se practican a lo largo de varios años. El investigador novel asimila estas habilidades muchas veces por mimetismo, es decir, un joven atraído por esta actividad tratará de convertirse en ayudante de una persona de prestigio reconocido y afín a sus intereses, con el propósito inconsciente de imitarlo - tanto en las buenas cualidades como en las malas -.

Este estilo, el más tradicional, parecido a la enseñanza del aprendiz frente al maestro en las gildas medievales, tiene la desventaja de que los verdaderos secretos del oficio sólo se aprenden después de muchos sacrificios y tiempo, o de plano no se llega a él. Más que nada porque se trata de un juego de aproximaciones más o menos inconsistentes.

Otro modelo quizás más dinámico sea el trabajo académico en equipo.

El mejor modo de "Asimilar las tradiciones científicas -afirma el metodólogo Spirin- es comenzar desde joven las investigaciones propias dentro de un colectivo poseedor de un estilo bien definido, de espíritu de trabajo, de búsquedas, de alta tensión intelectual" 6/.

Los seminarios donde varios colegas discuten sus propios trabajos son buenos ejemplos. Aquí la desventaja es que el grupo es el que alienta y en muchos casos dirige el tipo de problemas por resolver. Esto puede ser un problema si el grupo no es tolerante ya que suele caerse en una excesiva especialización. T. S.Kuhn apunta certeramente a este problema 7/:

"Para el científico su objetivo principal es la solución de una dificultad conceptual o de un problema de instrumentos. Su éxito en esta empresa lo recompensa el reconocimiento de SÓLO sus colegas". (El subrayado es mío).

Ambos caminos, que se han descrito, enfatizan la práctica como elemento decisivo en este aprendizaje. La suma de ensayos, errores y algunas satisfacciones permiten formar al verdadero investigador.

Otros derroteros parten de dos hechos lamentables: (a) que la sociedad tiene muy pocos investigadores permanentes; y, (b) que muchas veces la actitud hacia la ciencia por parte de los investigadores reconocidos es cerrada, es decir, que consideran que el científico nace, no se hace. El científico Marshall Walker representa un caso típico. Para él la ciencia se la trata como una actividad sólo para los iniciados, es decir, más apegada a la

tradición de la magia, con sus reglas y pases secretos. Estas personas consideran que sus conocimientos representan un monopolio que debe ser celosamente guardado de los no iniciados S/. Lo cual representa una falta de actitud crítica hacia la ciencia, que por definición debiera ser abierta.

En estos casos el aprendiz que desea iniciarse no le queda más remedio que arribar a la ciencia desde arriba, desde la teoría y para ello lee tratados o manuales de metodología o entra a cursos afines al tema, impartido por gente que por lo común no hace investigación. Este método es más riesgoso que los ya enunciados antes, porque le falta algo que le es esencial a toda actividad humana: la práctica. 2

Acercarse a la práctica de la investigación científica desde el aprendizaje de la teoría quizás pudiera ser fructífero, sino fuera porque los metodólogos y filósofos de la ciencia, en sus cursos, no destacan que el proceso de investigación <sup>exige la apropiación</sup> de los tres compromisos que hemos descrito y que <sup>permiten</sup> cumplir con las exigencias del mismo, <sup>2o de 1o</sup> DESCUBRIR, JUSTIFICAR y COMUNICAR.

Para Karl Popper, por ejemplo, el proceso de prueba es según su parecer lo único que vale la pena destacar del proceso de investigación S/:

"La tarea, de la lógica del conocimiento ... consiste pura y exclusivamente en la investigación de métodos empleados en las contrastaciones sistemáticas a que debe someterse toda idea antes de que se la pueda sostener seriamente".

Ello, por desgracia, no permite comprender en toda su dimensión la actividad mental y manual a que se ve sometido el científico para producir conocimientos.

En otras palabras, si el método quiere servir como eje del proceso de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica debería cambiar su orientación, porque hasta ahora se ha subrayado al proceso de verificación llegándolo a convertir en el proceso de la investigación científica.

En la enseñanza de la metodología se parte de demasiados supuestos. El primero y probablemente el más erróneo es que el aspirante a investigador ya posee una idea, una brillante idea y que sólo tiene que transformarla para que cumpla los requerimientos de la ciencia. Esto es que la planteo a través de objetivos, las hipótesis etc. etc. La segunda equivocación es suponer que los alumnos dominan el lenguaje. Y el tercer supuesto erróneo consiste en creer que el método puede desligarse de las técnicas y los instrumentos de la investigación y no percatarse que éstas últimas para que tengan sentido en una investigación deben quedar subsumidas dentro del método. Porque el método no es otra cosa que "La manera de proceder en la ciencia" y una disciplina que no posea técnicas e instrumentos para verificar sus teorías no es ciencia.

Vale la pena reproducir el siguiente cuadro que destaca los requisitos de la investigación experimental para mostrar la dificultad a que se enfrenta un individuo que desea hacer investigación científica:

## REQUERIMIENTOS DE LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

#### ACTITUDES

---

Curiosidad por lo que le rodea, imaginación abierta, sentido crítico hacia las respuestas establecidas y creatividad para relacionar elementos aparentemente desligados.

#### APTITUDES

---

Capacidad para: localizar un problema, pasar del problema al objetivo y formular un objetivo que lleve implícita una pregunta.

#### CONOCIMIENTOS

---

Teorías relacionadas con el problema.

### FORMULACION DE HIPOTESIS

#### ACTITUDES

---

Interés por el problema, reflexión sobre el objetivo propuesto, sentido crítico y escepticismo por las teorías aceptadas, audacia para plantear nuevas soluciones y sentido crítico hacia la solución planteada.

#### APTITUDES

---

Capacidad para: imaginar una solución original; razonar inductiva, deductiva y analógicamente; mezclar la intuición, la experiencia y el sentido crítico para formular una respuesta objetiva y racional que invite a la observación sistemática del problema investigado.

#### CONOCIMIENTOS

---

Teorías relacionadas con el problema y bibliografía sobre temas vinculados al mismo.

### EXPERIMENTO (Planeación).

#### ACTITUDES

---

Sentido crítico para seleccionar la estrategia más adecuada.

#### APTITUDES

---

Uso de la creatividad, la imaginación, la experiencia y la organización para implementar el procedimiento a través del cual se verificarán las implicaciones propuestas en los supuestos.

## CONOCIMIENTOS

Técnicas experimentales disponibles (en diferentes campos del conocimiento) Equipo y material existente (usos, limitaciones, costos, etc.) Técnicas estadísticas. Teorías que fundamentan las técnicas e instrumentos que se usarán.

EXPERIMENTO (Implementación).

## ACTITUDES

Interés por resolver el problema y sentido crítico que permita en forma sistemática, verificar la(s) hipótesis de manera objetiva y racional.

## APTITUDES

Disciplina académica, habilidad y experiencia en el manejo de las técnicas experimentales y en el uso del instrumental empleado, capacidad de observación, funcionamiento adecuado de los órganos sensoriales, trabajo sistemático y capacidad de ordenar y clasificar los resultados.

## CONOCIMIENTOS

Hechos que verifican o invalidan la hipótesis. Técnicas para organizar los resultados. Teoría de la medida y de las probabilidades.

EXPERIMENTO (Evaluación de los resultados y conclusiones)

## ACTITUDES

Sentido crítico que permita, en base a los resultados reconocer las limitaciones del estudio.

## APTITUDES

Trabajo sistemático, capacidad de análisis y síntesis, experiencia, imaginación y creatividad para explicar los resultados y establecer el alcance de los mismos.

## CONOCIMIENTOS

Soporte teórico de las técnicas experimentales e instrumentales empleadas. Teorías sobre análisis e interpretación de datos.

## INFORME

## ACTITUDES

Sentido crítico para garantizar que lo expuesto en el informe es científico y por tanto objetivo, racional y verificable.

## APTITUDES

-----  
Manejo del lenguaje, capacidad para redactar en forma clara, precisa y ordenada, capacidad de análisis y síntesis, para comunicar los resultados del proceso de investigación de manera objetiva, racional y verificable.

## CONOCIMIENTOS

-----  
'Conocimiento del lenguaje y de las características del informe científico. Amplia cultura.

-----  
Tomado de la tesis de Leonor Ma. del P.S. Pinelo Baqueriza. ¿ES POSIBLE EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL METODO CIENTIFICO EXPERIMENTAL EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR? pp. 130-131. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL. Con autorización de la autora.

Este cuadro-resumen muestra que existen un conjunto de habilidades, actitudes, conocimientos y aptitudes que no se pueden subsanar si no existe una profunda involucración por parte del individuo en esta tarea, por tanto es menester trabajar a más largo plazo para lograr que los procesos de enseñanza aprendizaje permitan desarrollar las acciones mentales y manuales suficientes para poseer una cultura científica y se le aplique a problemas que exigen solución.

Quizás este proceso debería contentarse inicialmente por desarrollar una actitud positiva hacia la investigación. Por ello como primer paso quizás valdría relacionar al método con una disciplina específica<sup>10/</sup>, por ejemplo, a través de mostrar una historia de la ciencia, especificada en las investigaciones brillantes y difíciles de la disciplina involucrada. En el siguiente nivel limitarse a replicar resultados de investigaciones conocidas, otro más serviría para practicar la redacción científica. Uno más donde el profesor expusiera un programa de investigación al cual el aspirante se comprometiera a

encontrar soluciones originales a problemas planteados por el asesor y a redactar sus propios hallazgos y finalmente dejarle solo en la búsqueda de problemas relevantes y pertinentes.

Porque el problema re ide precisamente ahí, en el inicio de todo proceso inquisitivo. Y si no se previene al novel investigador de que la dificultad inicial es la de más alto grado de dificultad en el proceso de investigación sencillamente sentirá que siendo en apariencia el método tan sencillo, su imposibilidad es más bien un problema genético, antes que de actitud y aptitud científica.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Carlos Marx. EL CAPITAL. p. XXIII.
- 2.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. pp. 13-36.
- 3.- Véase a Lothar Knauth. PROGRAMA DE... p. 10 y Luis Duarte. DISEÑO DE UN... p. 27.
- 4.- John K. Galbraith. ECONOMIA Y SUBVERSION. p. 36.
- 5.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA ... p. 51.
- 6.- A Spirin. "El profesor A.N. Bielozerki". En Keldysh. LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. p.154.
- 7.- Thomas Kuhn. LA TENSION ESENCIAL. p.314.
- 8.- Marshall Walker. "El pensamiento científico". En EL PENSAMIENTO CIENTIFICO. Compilador Hugo Padilla. p.261.
- 9.- Karl Popper. LA LOGICA DE LA INVESTIGACION... p. 31.
- 10.- Hay intentos de aplicar la metodología junto con las Ciencias naturales, como en el Colegio de Ciencia y Humanidades de la UNAM. Pero es necesario evaluar sus resultados objetivamente antes de adelantar conclusiones. A ese respecto puede verse a la tesis de Ma. Gpe. Cristina Jiménez Ramírez. METODO Y ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE QUE AYUDEN AL ALUMNO A ELEVAR SU NIVEL DE ABSTRACCION. Un experimento didactico. I.P.N. 1988.

37.- Huitzinga. EL CONCEPTO DE LA HISTORIA. p. 42.

38.- J. Bernal. LA CIENCIA EN LA... p. 51.

... PUNDO SI ESTA PARTE PUERE PASAR A HIPOTESIS VER SI ESF

**Problemas básicos para la  
creación y la producción de  
la investigación científica**

( TOMO II )

**Alfredo E. de la Lama García**

tesis para obtener el grado:  
Doctor en Sociología  
Facultad de Ciencias Políticas  
y Sociales. UNAM. 1990

## INDICE

RECONOCIMIENTOS.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS PARTICULARES.....	12
LOS SUPUESTOS TEORICOS.....	12
METODO.....	20
ADVERTENCIA CONCEPTUAL.....	26
ESQUEMA.....	31
PRIMERA PARTE.                    LA GENESIS	
Introducción.....	31
capítulo 1. Orígenes e influencias de la investigación científica moderna y contemporánea.....	34
1.1 Aparece el primer modelo científico en Europa Occidental.....	34
1.2 La sociedad civil y su proyecto de racionalización.....	45
Notas bibliográficas.....	66
capítulo 2. Del ascenso a la inconsistencia en el modelo mecánico del conocimiento científico.....	71
Notas bibliográficas.....	102
capítulo 3. Nace un nuevo modelo científico.....	106
Notas bibliográficas.....	137
capítulo 4. Algunas consideraciones finales en torno a la historia de la investigación científica.....	141
Notas bibliográficas.....	161
SEGUNDA PARTE.                    EL MARCO TEORICO	
capítulo 1. El compromiso crítico con la investigación científica.....	162
Notas bibliográficas.....	185
capítulo 2. La aptitud metodológica técnica e instrumental.....	189
Notas bibliográficas.....	211
capítulo 3. La transmisión de la información.....	213
Notas bibliográficas.....	227
TERCERA PARTE.                    LA CREATIVIDAD	
capítulo 1. La búsqueda del problema en la investigación.....	232
1.1 El planteamiento del problema.....	247
Notas bibliográficas.....	254
capítulo 2. La hipótesis y su elaboración.....	259
Notas bibliográficas.....	282
capítulo 3. El plan para proceder a investigar.....	286

Notas bibliográficas.....	298
<b>CUARTA PARTE.</b>	<b>LA ACCION.</b>
capítulo 1. Los métodos específicos en la investigación.....	300
1.1 El método documental.....	301
1.2 Los métodos de campo y experimental.....	307
1.3 Los métodos instrumentales.....	311
Notas bibliográficas.....	318
capítulo 2. La función de las disciplinas formales en la investigación científica.....	319
2.1 El papel de la estadística en la investigación.....	328
2.2 Técnicas de muestreo.....	332
Notas bibliográficas.....	337
capítulo 3. El significado de la verificación.....	339
3.1 El proceso de verificar una hipótesis.....	349
Notas bibliográficas.....	361
capítulo 4. Las posibilidades de la verificación experimental en la ciencia.....	365
Notas bibliográficas.....	383
<b>QUINTA PARTE.</b>	<b>LA COMUNICACION.</b>
capítulo 1. Las exigencias de la comunicación científica.....	388
Notas bibliográficas.....	394
capítulo 2. La elaboración del informe científico.....	395
2.1 El trabajo por computadora.....	408
Notas bibliográficas.....	410
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>412</b>
Notas bibliográfica.....	425
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>425</b>

## LA BUSQUEDA DEL PROBLEMA EN LA INVESTIGACION.

La ciencia contemporánea tiene como una de sus características relevantes el tratar de lograr la más probable explicación de los hechos observados en donde las pruebas empíricas se constituyen en el árbitro decisivo. Las implicaciones de este proceder en el trabajo del investigador se pueden sintetizar en que éste asuma tres elementos: una actitud crítica hacia la ciencia y una aceptable aptitud en el desempeño de su trabajo y el interés por comunicar sus resultados.

Pero, cómo se expresan esos elementos en el momento de INICIAR una investigación específica. Acaso existe un patrón universal. No es demasiado pedir a la metodología una unidad que parece no existir a primera vista. Sobre todo cuando cada quien resuelve esta dificultad como mejor puede. La respuesta que la metodología puede dar sólo posee un carácter muy tenue; y como principio general únicamente somos capaces de afirmar que la práctica ha demostrado que cierta secuencia y ciertas operaciones mentales y manuales ofrecen mayores probabilidades de que el investigador desempeñe con eficiencia su trabajo. Esto significa que la aplicación de una metodología no garantiza el encuentro de la verdad, y ni siquiera el éxito de la investigación 1/.

¿COMO SE INICIA EL PROCESO DE INVESTIGACION? Parece ser la primera pregunta que los investigadores deberían de responder en una

entrevista imaginaria que pretendiera averiguar los secretos del arranque de la investigación. Pero los metodólogos adelantarían una respuesta que parece no ser satisfactoria.

Bosh, Baena, Cardoso y Padua opinan que la investigación debe partir de la selección de un tema 2/. En una posición más particular Gomezjara y Pérez señalan que "el primer paso del diseño - de la investigación - consiste en ENUMERAR los elementos que integran el tema a investigar ... Se trata de DESCRIBIR EL TEMA" 3/. La elección de un tema connota la elección de un campo de trabajo que resulta excesivamente amplio para lograr delimitar un proyecto de investigación. A veces la sola selección y lectura de la bibliografía que corresponde a un tema absorbe una desmedida cantidad de tiempo.

Estos metodólogos al recomendar esta forma de arranque apoyan la idea de que la simple enumeración de datos, elementos, o relaciones es suficiente para que el científico plantee la dificultad que desea resolver. No se dan cuenta que al obrar así se comportan como el inductivista ingenuo, que cree que la simple observación proporciona la guía de la investigación. Pardinas es otro ejemplo típico de este proceder 4/: "El método del trabajo científico comienza pues con la observación de un área particular de fenómenos". Carl Hempel, que está tan cerca del empirismo lógico asienta en contra de este inductivismo ingenuo 5/:

"Al conocimiento científico no se llega aplicando un procedimiento inductivo de inferencia a datos recogidos con anterioridad, sino más bien mediante el llamado 'método de las hipótesis', es decir, inventando hipótesis a título de intentos de respuesta a un PROBLEMA de estudio".

Lo cierto es que en la práctica de los investigadores, ni la selección del tema y menos aún la enumeración de sus elementos particulares suelen ser la pieza de toque para el arranque de una investigación. Por la sencilla razón de que un tema tiene tantas vertientes y tantos matices que una vez involucrado en él un investigador encontraría que la temática en vez de circunscribirle la investigación se la abriría en abanico. Habría tanta literatura relacionada, directa e indirectamente, con cualquier tema escogido que su sola lectura requeriría años de trabajo.

Sin embargo, más de un investigador recomienda a sus aprendices conocer toda la bibliografía sobre el tema en cuestión, antes de empeñarse en la propia investigación. Por supuesto, esto implica una enorme inversión en tiempo que muchas veces el asesorado no está en condiciones para lograrlo. Además, existe el agravante de que nunca se satisface ese requisito. Se trata por desgracia de una práctica cuya finalidad no declarada es retrasar la llegada de la competencia a un campo de trabajo particular.

El científico aumenta las probabilidades de iniciar el proceso de investigación cuando toma la decisión personal de dedicarse a buscar un PROBLEMA en particular. La búsqueda, identificación y selección del problema se torna en la cuestión central para el científico que decide hacer investigación &/. Mientras eso sucede, el científico sabe que debe pasearse por variadas problemáticas buscando una dificultad que sea interesante, relevante y capaz de ser resuelta por la investigación

científica.

Sólo una vez que se ha identificado adecuadamente el problema puede hablarse del tema. Este se identifica por los elementos que a juicio del investigador permiten destacar la contradicción que ha observado, entre la realidad y su explicación. Lo más probable es que dicha temática tenga necesidad de aglutinar conocimientos de variadas disciplinas. Como se puede apreciar este es un acercamiento natural a la cuestión de la interdisciplinariedad.

Una analogía podría ayudar a ilustrar esta etapa: Un turista sale a la mar a pescar, para ello tira varios anzuelos de diferentes tipos y a diferentes profundidades. Inicia por así decirlo una indagación, una búsqueda y se vale de los medios que tiene a su alcance para lograrlo. De esta manera recorrerá una porción de mar donde su experiencia le dice que la presa puede estar. Ahora supóngase que transcurren las horas y finalmente siente el tirón del anzuelo. es en ese momento en que el deportista, en rigor, se convierte en pescador y se ponen sus habilidades a prueba total. En la investigación ocurre algo similar, ya que el científico se esfuerza por encontrar un problema, pero no es hasta que éste tiene cierta coherencia cuando realmente la persona se convierte en investigador y se INICIA el proceso científico.

Pero podría suceder que el deportista no pesque nada durante la jornada. Se podría decir de él que es un mal pescador o que tuvo mala suerte, pero nunca que no fue de pesca. En el caso del científico también ocurre algo similar. Si sus esfuerzos fueron

inútiles, su capacidad puede ponerse en duda, pero es difícil afirmar que no ha trabajado.

El problema por el que los metodólogos ignoran esta primera aproximación es que resulta muy difícil determinar si un investigador realmente está a la caza de un problema o si sólo cubre las apariencias. Esto se debe a que los procesos de identificación y captación de un problema son eminentemente subjetivos y por tanto muy difíciles de evaluar y el tiempo que dura este proceso es totalmente indeterminado.

Una vez identificada la necesidad que tiene el investigador de iniciar el proceso científico con la búsqueda de un problema, cabe hacer la siguiente pregunta: DE DONDE EL INVESTIGADOR RECOGE LOS PROBLEMAS, o si se quiere seguir con la analogía usada; qué tipo de mares son los que los investigadores recorren. Porque es muy cierto lo que Bernal advierte 7/: "Dentro de la ciencia el peligro consiste en que el número de problemas reconocidos como clásicos tiende a ser limitado, lo que la confina a la ciencia dentro de límites estrechos."

La postura más tradicional es la creencia muy generalizada entre los científicos de que la investigación sólo resuelve problemas teóricos, es decir, aquellos que buscan lograr una mayor articulación con el conocimiento ya establecido, Kuhn sostiene con vehemencia que esta finalidad es la que ocupa el mayor tiempo de los científicos 8/. En este mismo tono pero desde una posición opuesta están los filósofos que suponen que la ciencia únicamente busca falsear teorías, Popper es quizás el adalid de esta postura

Esta idea de que los problemas surgen de las rivalidades teóricas o de procesos sistematizadores se puede ejemplificar para casi todas las ciencias; la economía política, por ejemplo, discute el problema del valor durante siglo y medio. La física clásica se concentró en los problemas del movimiento local. La química en la estructura atómica de los elementos. La biología en el proceso de aparición de los seres vivos, entre otros.

Esto significa que para lograr hacer ciencia teórica, es recomendable que los gustos personales coincidan o por lo menos se acerquen en algo a los problemas que los colegas han considerado como importantes. En especial cuando se es un investigador que apenas empieza a descollar. Para ello se asiste a seminarios, congresos, foros y se entera de las problemáticas que a la mayor parte de los científicos de su área les interesan.

Los experimentos son también otro elemento que permite abrir las fronteras del conocimiento, por ello el científico toma muy en cuenta en la búsqueda de una anomalía los recientes experimentos hechos por él mismo o sus colegas 10%. Es claro que los resultados de los trabajos de campo y documentales también juegan el papel de detonante. De esta manera las conclusiones de un estudio no son simples verificaciones de las hipótesis, sino instrumentos de enorme poder heurístico.

Otros orígenes teóricos de problemas lo ofrecen supuestos que han fracasado pero que son poderosos desde una perspectiva

heurística. Sigmund Freud confesaba que 11/:

"Cuando esta etiología se desechó debido a su propia improbabilidad y a sus contradicciones con circunstancias definidas, pasamos primero por una fase de perplejidad ... Si persistí en mi labor, fue, quizá, porque ya no era posible empezar otra. Por último se impuso la reflexión de que el mero hecho de no haber sido confirmadas mis hipótesis no debía desalentarme, siendo mucho más razonable proceder a una revisión."

El siguiente comentario de Marx muestra como dos posiciones teóricas antagónicas pueden dar origen a un problema de investigación 12/:

"Por lo que se refiere a la EXISTENCIA de la renta absoluta del suelo tratase de un problema que habría que resolverlo estadísticamente en cada país" ... "Pero la importancia de una solución puramente teórica la indica el hecho de que desde hace treinta y cinco años los estadísticos y hombres prácticos afirman en general la existencia de la renta absoluta, mientras que los teóricos [ricardianos] se esfuerzan por demostrar su inexistencia mediante abstracciones muy forzadas y teóricamente endebles." ... "Hasta ahora siempre he llegado a la conclusión [se refiere únicamente al problema de la renta de la tierra] que en todas estas disputas eran siempre los teóricos quienes se equivocaban".

Otro criterio metodológico expresa la posibilidad de que los problemas científicos también aparezcan por otra vía: Cohen y Nagel así lo consideran 13/:

"Si el motivo de la investigación es un problema determinado su SOLUCION es el objetivo y la función de aquélla".

Esto significa que no sólo las disciplinas clásicas tienen derecho a aspirar a que sus conocimientos tengan el rango de ciencia, sino que nuevos fenómenos que no se insertan cabalmente

en las viejas disciplinas pueden incorporarse al conocimiento científico, siempre que sus resultados puedan ser sometidos a verificación.

Aquí debe hacerse referencia a áreas tales como la tecnología; que agrupa muy variados problemas de muy diversas disciplinas. El hecho determinante, y por cierto desagradable para los científicos tradicionales, es que en estos casos, los problemas no surgen de teorías, sino de dificultades de orden práctico que aparecen por doquier; la industria, el agro, la empresa de servicios, las finanzas, la administración, la ciudad, el medio ambiente, la educación, los partidos políticos, los sindicatos, entre otros. La tecnología de manera frecuente enriquece al propio cuerpo de alguna teoría, por ejemplo, la construcción del superavión Concorde exigió desarrollar nuevos conocimientos teóricos en aerodinámica para resolver problemas derivados de la magnitud y velocidad del avión.

Lo diferenciador en este caso es que la necesidad de resolver un problema lo proporciona el medio SOCIAL exterior a la propia ciencia y tiene la peculiaridad de que los resultados de la investigación sirven para tomar DECISIONES políticas, económicas, tecnológicas, entre otras, que afectan al propio medio social. En la ciencia clásica, en cambio, lo que se busca es publicar los resultados, y de preferencia en revistas de circulación internacional.

La ventaja que tiene el investigador en el caso de una ciencia aplicada es que los fenómenos a pesar de ser extraordinariamente

complejos, son captados por numerosas personas que tienen interés de resolverlos. Ello permite que la identificación de un problema, o al menos la captación del mismo se pueda hacer con mayor rapidez. Con la ventaja adicional de que siendo ya importante el problema detectado, para una institución específica, es probable que proporcionen financiamiento a este tipo de investigación 14/.

La labor inicial del investigador, en estos casos, no es precisamente la búsqueda del problema, sino plantear correctamente el problema, es decir, formularlo en términos que permitan investigarlo. Estas consideraciones podrían señalarse como específicas de las investigaciones tecnológicas aunque no exclusivas, pues en la ciencias naturales y aun en las matemáticas, muchas veces se plantea a la luz pública un problema, para que se busquen las soluciones pertinentes.

La fuente de donde los científicos seleccionan sus problemas son teóricos o de índole práctica, sin embargo, saber esto no les resuelve la dificultad de "atrapar" el problema, es decir, de conceptualizarlo. Por ello, si identificar el problema es la cuestión central para el inicio de una investigación es menester aclarar QUE ES lo que los investigadores entienden como UN PROBLEMA. Caude dice que 15/:

"Cada vez que nos hallamos en presencia de una situación que nos parece nueva, extraña, nos planteamos una serie de cuestiones de las que surgen problemas" ... "El problema existe desde el momento en que debe consagrarse cierto tiempo al estudio o a la investigación con el fin de responder a las cuestiones planteadas. Este tiempo

podrá ser más o menos largo, los esfuerzos de investigación mayores o menores, los resultados más o menos felices; de todas formas en principio existe un problema".

Un problema se identifica como tal, cuando no se encuentra una explicación adecuada a un fenómeno, o una relación, sea natural o social, o la imposibilidad de poder prever el comportamiento de un fenómeno, o la incapacidad para relacionar un hecho con otros de características semejantes. Cuando ello es así, el investigador se encuentra ante la posibilidad de identificar un auténtico problema científico.

Sin embargo, la aproximación de Caudé es incompleta porque si bien el problema es una dificultad que no puede resolverse satisfactoriamente con los conocimientos que posee el investigador, también es cierto que el consenso histórico de lo que debería ser un problema científico hace referencia a un proceso que permite identificar una contradicción que antes no se había percibido y cuya identificación constituye un elemento NUEVO Y ORIGINAL 16/.

De esta manera el científico se hace, más o menos, las siguientes consideraciones:

- las generalizaciones pasadas se han constituido en hipótesis, leyes o teorías y han servido para explicar el comportamiento de los fenómenos conocidos, pero ahora al aplicarlos a esta NUEVA clase de fenómenos, observo, a veces, que se hacen problemáticos, limitados, insuficientes.

Por lo que me pregunto:

- de esta anomalía ¿podrían surgir nuevas explicaciones, o quizás con suerte, preguntas de rango teórico?

Por lo que de nuevo me pregunto:

- ¿Los conceptos hasta ahora conocidos se encuentran a la altura de los nuevos hechos? No hay algo en ellos contradictorio o indeterminado? ¿En que medida el nuevo conocimiento transformará a los viejos conceptos? ¿No es necesaria una nueva explicación? 17/. Tomemos como muestra de estas inquietudes que asaltan a los científicos el siguiente comentario hecho por Marx 18/:

"Los inmensos materiales para la historia de la Economía Política acumulados en el British Museum, la posición tan favorable que brinda Londres para la observación de la sociedad burguesa, y, finalmente, la nueva fase de desarrollo en que parecía entrar ésta con el descubrimiento del oro de California y de Australia, me impulsaron a VOLVER A EMPEZAR desde el principio, abriéndome paso, de un modo crítico, a través de los nuevos materiales". (subr. mio).

Un problema científico es pues una interrogante que no tiene una respuesta inmediata, adecuada y además parece ser un hecho que se produce con cierta sistematicidad y no había sido detectado hasta ahora.

El problema, por tanto, puede surgir de la forma más variada e inesperada pero el camino a su encuentro se facilita si el investigador busca establecer una relación dialéctica entre la teoría, o si se quiere ser menos riguroso, de alguna explicación, y alguno de los grupos particulares de hechos que se han observado. J. Topolski en el campo de la historia no descuida

esta relación 19/: "La experiencia no puede estar nunca totalmente separada de la teoría". Cohen y Nagel lo ilustran con un ejemplo: "No podríamos descubrir LAS RAZONES de la inundación del río Nilo si no reconociéramos primero en la inundación un PROBLEMA que exige ser resuelto" 20/.

Pero Heisenberg tiene otra idea de la prioridad que se le debe otorgar a los elementos teóricos y fácticos. Afirma el famoso científico físico, premio Nobel 21/: "La ciencia natural es abordada" ... "no a partir de las leyes generales sino de los grupos particulares de hechos."

Independientemente de como se quiera, o se pueda, actuar, para encontrar un problema es necesario desarrollar una visión que descubra una dificultad específica en las conexiones reales. Si la ocasión la proporciona inicialmente la teoría o los hechos es un detalle que para el investigador poco importa. Lo que cuenta es encontrarlo. Feyerabend se da cuenta de esta importante posibilidad: "Mejor será proceder dialécticamente, esto es, por una INTERACCIÓN de concepto y hecho. ... que afecte a ambos elementos" 22/.

El sociólogo norteamericano C. W. Mills sugería que para tener una visión amplia y acabada del problema se lo manipulara. En otras palabras, que se sometiera al fenómeno a situaciones imaginarias inesperadas. Por ejemplo reuniendo elementos que hasta entonces habían estado separados, o descubrir o crear situaciones o relaciones improbables. Transformar el problema convirtiéndolo en un fenómeno de dimensiones colosales, o

minimizarlo y tratar de prever las consecuencias de tal estado  
23/.

Es claro que cuanto más interesado esté el investigador por darle algún sentido a lo que investiga, sus capacidades intelectuales y emocionales se tensionarán hasta su máximas posibilidades. Elevará de esta manera las probabilidades de captar el problema lo más cercano a la realidad misma.

Así, el matemático experimenta una necesidad insoslayable por mostrar una verdad absoluta, "pura", única en su solución y por ello se dedica a ese tipo de conocimiento. El físico lo hace por arrancarle los secretos más recónditos a la naturaleza. El psicólogo para entender cada vez más el comportamiento social e individual del hombre. El historiador por convertir al pasado en memoria útil para enfrentarse a las problemáticas del futuro. Cada individuo involucrado realmente con los procesos investigativos, de cualquier área científica, experimenta la necesidad de comunicar un aspecto vital de la realidad al resto de los hombres, sólo que sus intereses o angustias se dirigen en diferentes sentidos. Así Lynn White deseoso de comunicar lo que otras culturas no consideraron necesario consignar, afirmó 24/:

"Estoy tratando de globalizar, no estudiando simultaneidades, sino rastreando deudas culturales entre pueblos que normalmente se estudian por separado; estoy tratando de democratizar la historia al darle un sentido de creatividad de los grupos que pocas veces dejan registros históricos; estoy tratando de dar profundidad psicológica a la historia, al verbalizar movimientos y actitudes del pasado que sus contemporáneos no pudieron o no consideraron necesario poner en palabras".

Alexandr  Koyr  un distinguido historiador de la ciencia, en cambio, le preocupaba la relación dialéctica establecida entre dos formas de pensar medievales, por lo que expresaba 25/:

"Me ha parecido imposible separar en compartimientos estancos, la historia del pensamiento filosófico y la del religioso del que est  impregnado siempre el primero, bien para inspirarse, bien para oponerse a él ... esta convicción transformada en principio de investigación se ha mostrado fecunda para la intelección del pensamiento medieval y moderno".

O la preocupación del historiador del Este de Asia Lothar Knauth por recuperar procesos hasta ahora desconocidos 26/: "El presente estudio se originó en inquietudes acerca de lo no obviamente plausible, lo ignorado, lo tabú en el acontecer histórico".

Estas concepciones, justo es no ignorarlo, estan teidas por las preferencias ideológicas individuales. Se hace referencia al conjunto de ideas, valores, y actitudes que posee cada individuo en torno al mundo y sus relaciones en virtud de su pertenencia a una clase social y a su práctica social personal. Desde esta perspectiva se puede afirmar que la selección de una problemática no es neutral, y la más de las veces responde a algún tipo de interés. Y aquí debe hacerse referencia tanto al investigador de las ciencias sociales como a las naturales.

A veces se piensa que en las ciencias naturales es posible ser neutral en tanto que en las sociales no se puede ser. Baste con imaginarse todas las implicaciones que acarrean los resultados de investigaciones de las ciencias naturales en el campo nuclear, en la guerra bacteriológica, la manipulación psicológica o en la fabricación de articulos contaminantes, para ver cuan artificial

es esta distinción. En la actualidad, el científico no puede eludir su cuota de responsabilidad independiente del área que investiga. En este sentido, por ejemplo, el historiador marxista E. Rudé es muy claro cuando aclara el sentido de sus investigaciones 27/: "Con tales antecedentes, quizás no sea notable que me haya atraído el estudio de las revoluciones".

Las particularidades individuales, las preferencias ideológicas, los gustos personales, pero también la experiencia y la imaginación del investigador son elementos que hacen que inclusive un mismo problema sea abordado desde muy diferentes perspectivas. Por ello, si se deseara seguir preguntando a nuestros imaginarios investigadores SI SE VEN LAS COSAS DIFERENTES DE UN MISMO FENOMENO, la respuesta muy probablemente sería afirmativa. Podría señalarse que los científicos tienen puntos de partida y posibilidades de muy diferente potencialidad, por lo que los problemas se pueden mirar desde ángulos muy diversos. El historiador Curtis hace hincapié en este aspecto diferenciador a través de una analogía 28/:

"Para seguir con la metáfora de Pocock, es el diseño del cohete o de la nave espacial el que tiende a dividir a los historiadores, y el propósito de la investigación espacial el que los une en su mayoría. La verdadera distancia de la plataforma de lanzamiento está determinada por variantes como edad, experiencia, vigor intelectual y el empuje de nuestros "clionautas" o "historionautas", por no decir, el ritmo al cual producen prosa publicable".

Así pues el investigador tiene un conjunto de informaciones, comentarios, opiniones y observaciones ocasionales de muy variada

fuerza que manifiestan una contradicción que no ha sido resuelta, lo que le permite percatarse de que un problema puede ser sujeto a investigación y es relevante. En este proceso se debe ser consciente de que se partió de una idea vaga, difuminada, a la cual se ha tenido que cambiar repetidamente de enfoque, de punto de partida. Finalmente el científico logra darle una forma más o menos acabada y es el momento en que se pregunta si la búsqueda del problema debe terminarse.

El investigador da por terminada la fase de la búsqueda del problema cuando toma la DECISION de que ese problema específico lo puede investigar y vale la pena hacerlo. En la sencilla analogía que se ha usado, significaría que el pescador, por una parte, ha sopesado el tamaño, la fuerza y el peso del pez, que jala del sedal y por la otra, ha evaluado los medios con que cuenta para enfrentarlo y, decide luchar para pescarlo.

Pero, no es el final de algo, sino sólo el principio de la lucha del científico por arrancar algunos secretos a la naturaleza o a la sociedad.

### 1.1 EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El encontrar un problema es para el investigador producir la chispa inicial con que se pone en marcha la investigación. Debe ahora, sin embargo, convencerse de que esta dificultad es realmente un problema que puede ser enfrentado con las herramientas de la investigación. Para ello se ve precisado a formularlo de tal manera que resista la prueba de la racionalidad

y la objetividad.

Se alcanza la racionalidad adecuada en este nivel cuando el planteamiento logra establecer por escrito los OBJETIVOS de la investigación, o lo que es lo mismo cuando se formulan los propósitos de la investigación. J. Bernal aclara la importancia de arribar a este punto: "El tener un objetivo frecuentemente práctico, es casi un requisito esencial para el descubrimiento de nuevas cosas" 29/.

En principio el investigador posee un conjunto de datos, opiniones, generalizaciones y apreciaciones que más o menos se refieren a un fenómeno o contradicción que no tiene una explicación satisfactoria. Se tiene algo que parece ser un problema prometedor. El reto del científico, por tanto, consistirá en primera instancia en transformar esos atisbos, equívocos, y falsas interpretaciones en un producto claro, preciso, que invite a la observación y sistematización necesaria 30/.

Para lograr esa finalidad, se empieza por delimitar las "fronteras" que permiten al problema explicarlo cabalmente. Ello implica incluir todos los elementos que permiten describir a satisfacción la dificultad planteada, pero al mismo tiempo discriminar todos los elementos que se juzgan superfluos al problema. Recurrir a la bibliografía que hace más o menos referencia a la problemática involucrada es uno de los elementos fundamentales para delimitar adecuadamente el problema. Roland Caude comenta al respecto que 31/:

"Primera condición: no reunir más que informes indispensables, lo que supone que los datos recogidos son verdaderos y que, por tanto su valor y su origen han sido verificados; que no se contradicen con otras fuentes. En caso de duda deben ser conservados todos los datos contradictorios."

El investigador resuelve esta paradoja al establecer un equilibrio dinámico entre lo necesario y lo sobrado. Reto que debe resolverse individualmente, y en ello va en juego la agudeza, la experiencia y la imaginación del científico. Un planteamiento tan escueto que elimine u omita elementos vitales es tan perjudicial como incluir pormenores innecesarios que finalmente desencaminen de lo que se busca. Además lo que para un científico puede ser vital para enunciar un problema, puede no serlo para otro. Aquí la potencia mental y el conocimiento previo del investigador sobre el problema se vuelve un elemento fundamental al planteamiento del mismo.

Es claro que dos investigadores difícilmente coincidirán en qué es lo útil y qué lo superfluo. El mérito del investigador consiste precisamente en hacer la selección correcta para el problema tratado, porque de ello dependerá la eficacia de la solución propuesta. Como afirmó el físico Onofre Rojo cuando analizó la discusión sobre el problema físico de cómo se interpretaban las interacciones entre un planeta y el sol. Mientras que Descartes y Huygens lo pensaban como una fuerza centrífuga, Newton, por su parte, lo hizo como fuerza centrípeta para luego añadir: "Véase una vez más que el adoptar un punto de vista diferente en el enfoque de un mismo

fenómeno conduce en manos adecuadas, a una teoría nueva y... hasta una revolución" 32/.

El esfuerzo de investigador se dirige a tratar de pasar de una idea nebulosa, imprecisa y superficial a un planteamiento que equilibre lo preciso y lo exhaustivo para llegar a lo esencial del problema 33/. La elaboración del planteamiento del problema requiere, pues, de un esfuerzo creador para ordenar los elementos que son consustanciales al problema.

El científico en la etapa del PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA es posible que tome en cuenta, además de otras consideraciones, los siguientes elementos que facilitan su tarea:

- a) Expondrá los orígenes, dudas, atisbos, impulsos, hechos y pormenores que le invitaron a interesarse por esa problemática. La idea es que el propio científico se percate no sólo si la problemática escogida le es relevante, si no aun si lo es para el resto, o al menos a una parte, de la comunidad científica de su disciplina.
- b) Presentará los antecedentes directos que convergen en la problemática a tratar, para delimitar con precisión y claridad el problema seleccionado.
- c) Delimitará con exactitud en el espacio y el tiempo los elementos, procesos, relaciones o hechos que el estudio abarcaría. La finalidad es establecer las posibilidades pero también las restricciones de la investigación.

El hecho de explicitar las consideraciones anteriores suscintamente

permiten al propio investigador conocer con amplitud el tema, ubicarse en la problemática e informarse de la principal bibliografía que existe al respecto.

Una vez que el investigador ha logrado aclarar la idea que se tiene del problema, debe pasar a elaborar el(los) objetivo(s) de la investigación. El objetivo debe considerarse como el aspecto relevante del "planteamiento del problema", por lo que las características particulares del contenido de éste resultan de suma importancia, ya que ellos sintetizarán los propósitos de la investigación.

Debido a estas exigencias, el objetivo debe contener un ENUNCIADO claro, preciso y resumido que sea capaz de invitar a la observación sistemática 34/. Y parece ser que la mejor manera de plantear un objetivo comprensible, preciso y operativo es a través de la FORMULACION DE UNA PREGUNTA 35/. Esta pregunta deberá entenderse como un cuestionamiento que le hace la naturaleza, o la problemática social, al investigador.

La formulación del problema en forma de pregunta o interrogación parece ser la forma más sencilla y eficaz de plantear el propósito de una investigación. Harvey, primer experimentador moderno de la biología, lo consideró indispensable ya que asentó en 1628: "¿Cuáles son los movimientos del corazón según se les ve en la vivisección?" 36/.

Louis Pasteur (1822-1895) dedicado a la investigación microbiológica también recurrió a la enunciación de preguntas para

plantear sus problemas 37/: ¿Cómo se desarrollan los microorganismos en líquidos putrefactos?

El planteamiento que hizo Hobson, en 1902, es estricto en cuanto a plantear el problema en forma de pregunta, aunque contiene una variante interesante como se podrá apreciar a continuación 38/:

"Para explicar el imperialismo conforme a esta hipótesis, tenemos que dar respuesta a dos preguntas. (1) ¿Existe hoy, en la Gran Bretaña, algún grupo bien organizado de intereses comerciales y sociales especiales que salga ganancioso en virtud del imperialismo y del militarismo que trae consigo? Si existe tal combinación de intereses. (2) ¿Posee fuerza suficiente para imponer su voluntad en la escena de lo político?"

El historiador Cipolla se acerca mucho al planteamiento que se sugiere 39/:

"Me gusta desarrollar una idea y presentarla convincentemente; cada uno de mis libros está centrado esencialmente en una y sólo una tesis básica".

Lewis Mumford, especialista en historia de la técnica, mantuvo el principio de formular sus objetivos como preguntas 40/:

"Durante los últimos mil años la base material y las formas culturales de la civilización occidental (se refiere a Europa occidental) han sido modificadas por el desarrollo de la máquina. ¿Cómo ocurrió esto? ¿Cuáles fueron los principales motivos que alentaron esa transformación radical del medio ambiente y la rutina de la vida? ¿Cuáles fueron los medios y los métodos? ¿Qué valores inesperados surgieron en el proceso? Estas son algunas de las preguntas que el presente estudio tratará de contestar."

El propósito de establecer los objetivos en forma de pregunta es

una buena recomendación, mas no una obligación, y aunque es muy probable que el trabajo se facilite si se procede de tal manera existen otras formas -que por cierto también llevan interrogaciones implícitas- de plantear el problema. Marx en las ciencias sociales, en 1859, asentó 41/:

"Estudio el sistema de la economía burguesa por este orden. Capital, propiedad del suelo, trabajo asalariado, Estado, Comercio Exterior, Mercado Mundial".

El obrero e intelectual H. Braveman lo expresa a su vez de la siguiente manera 42/:

"El propósito de este libro es el estudio de los procesos de trabajo en la sociedad capitalista y de la manera específica en que estos son formados por las relaciones capitalistas de propiedad".

Oskar Lange, el economista polaco, escribió 43/:

"El objeto del presente trabajo es analizar el funcionamiento de los procesos económicos con ayuda de un moderno instrumento científico, la cibernética y, especialmente, de su rama denominada TEORIA DE LA REGULACION AUTOMATICA".  
(Subrayado suyo).

Los británicos Gamble y Walton con un estilo quizás demasiado escueto apuntaron 44/:

"La presente obra ... intenta realizar un análisis de la crisis (mundial) en una forma no técnica".

En fin, Karl Polanyi lo hizo bajo esta afirmación 45/:

"Nuestra tesis es que la idea del mercado autorregulador significaba una utopía total".

No siempre es posible ser todo lo preciso, metódico y claro en el momento de plantear los objetivos, en especial en Ciencias Sociales debido a que los problemas que abordan suelen ser

complejos e indefinidos. Pero en la medida en que el científico se esfuerza por lograr la concreción anhelada gana seguridad en que sus pasos se hallan bien encaminados.

En todo caso si no es posible unificar la idea que se deba tener sobre la construcción de los objetivos de la investigación, si es menester tener presente las siguientes consideraciones 46/:

a) El trabajo se facilita si se hacen enunciados que puedan responderse a base de indicadores constituidos por factores observables, susceptibles de ser corroborados o verificados.

Planteamientos como los del filósofo Euber donde se pregunta QUE ES EL HOMBRE o LA INVESTIGACION DE LA VERDAD hecha por Malebranche, en 1674, no son preguntas que pueda responder la ciencia fáctica, aquella que estudia los hechos naturales o sociales 47/.

b) Que los objetivos sean expuestos racional y objetivamente de tal manera que se invite a la observación sistemática de la realidad, sea social o natural.

c) No pretender buscar y menos encontrar la certeza universal, o la verdad absoluta. Si ese fuese el sentido de la búsqueda de antemano es necesario advertir que esas cuestiones no las atiende y menos las resuelve la ciencia.

Una vez que el investigador considera que ha formulado los objetivos a satisfacción, se encuentra en condiciones de pasar a una nueva etapa, quizás la que representa el mayor grado de

dificultad, la que exige descubrir nuevos supuestos. Sin embargo, esta fase acrecienta sus posibilidades de ofrecer una respuesta brillante en la medida que el investigador enunció adecuadamente el problema.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Dice Mulkay que aún hay muchos secretos en la práctica informal de los científicos para poder entender cabalmente cómo es que lo hacen. "La ciencia y el contexto social" En LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 228. L.P. Curtis quizás sea más radical ya que opina que para el caso de un buen número de historiadores ni siquiera sabrían cómo lo hacen. En EL TALLER DEL HISTORIADOR. pp. 15-16.
- 2.- Por lo común se opina que selección temática es determinada por los gustos del investigador; Véase Guillermina Baena. MANUAL PARA ELABORAR TRABAJOS DE INVESTIGACION DOCUMENTAL. p. 14. Otro tanto opina Juan Bosh. LA TECNICA DE LA INVESTIGACION DOCUMENTAL. p. 13. Padua es de similar opinión. TECNICAS DE INVESTIGACION EN CIENCIAS SOCIALES. p. 11. Cardoso, en cambio, considera que la selección se hace por la originalidad del tema en cuestión. LA HISTORIA COMO CIENCIA. pp. 28-32.
- 3.- Francisco Gomezjara y Nicolás Perez. EL DISEÑO DE LA INVESTIGACION SOCIAL. P 15.
- 4.- Felipe Pardini. METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION EN CIENCIAS SOCIALES. p. 11.
- 5.- Carl Hempel. FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL. p. 36.
- 6.- IBID. Al respecto Karl Popper asienta: "La tarea consciente que se yergue ante el científico es siempre la solución de un problema." En "La verdad, la racionalidad y el desarrollo del conocimiento científico". En Mario Casanueva ET AL. Compiladores. LA CIENCIA Y SUS METODOS. p.45. Ario Garza Mercado se suma a la idea de que la investigación se inicia con la selección de un problema. MANUAL DE TECNICAS DE INVESTIGACION. p. 21.
- 7.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA HISTORIA. p. 51. Tomas Kuhn es de similar opinión. LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS. pp. 51-60.
- 8.- El paradigma es raramente objeto de renovación, es un objeto para mayor articulación. IBIDEM.
- 9.- Dice Popper "Los problemas surgen, especialmente, cuando nos vemos defraudados en nuestras expectativas o cuando nuestras teorías nos enredan en dificultades, en contradicciones... Es

el problema el que nos impulsa a aprender , a hacer avanzar nuestro conocimiento, a experimentar y a observar". Mario Casanueva ET AL. Compiladores. LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 45.

10.- Carl Hempel hace mención especial de esta fuente de inspiración FILOSOFIA DE LA... p. 41. El físico Isaac. Rabi también considera al experimento como fuente de descubrimientos.

11.- "On the history of the Psychoanalysis movement" APUD de Pumpidian - Munlin. EL PSICODANALISIS COMO... p. 203-204.

12.- Carta de Carl Marx a Federich Engels del 9 de agosto de 1866 en EL CAPITAL. Tomo III. p. 828.

13.- Morris Cohen y Ernest Nagel. INTRODUCCION A LA LOGICA Y AL METODO CIENTIFICO. tomo 2. p. 17. En ello concuerda con Bernal quien afirma que: Lo esencial de una estrategia de descubrimiento consiste en determinar la SECUENCIA EN LA SELECCION DE PROBLEMAS A RESOLVER, en ello intervienen: a) necesidades económicas reales y b) los problemas surgidos de las anteriores ideas científicas. LA CIENCIA EN LA ... p. 51.

14.- Armando Aranda en "Ciencia y tecnología: dos conceptos diferentes" en CIENCIA Y DESARROLLO. # 71, año XII, 1986, p. 62. sostiene una postura racionalista al creer que la ciencia busca la verdad, en tanto que en la tecnología lo útil. Lo cierto es que la utilidad es un concepto para designar voliciones subjetivas, por lo que "útil" es tanto lo que se destina a una fábrica, como el artículo o libro producido por el científico.

15.- Roland Caude. COMO ANALIZAR UN PROBLEMA. p. 18.

16.- Véase a Tomas Kuhn en LA TENSION ESENCIAL. p. 315.

17.- Robert Haveman. DIALECTICA SIN DOGMA. pp. 212-213.

18.- Carl Marx. "Prólogo a la contribución crítica de la economía política" en OBRAS ESCOGIDAS. p. 184.

19.- J. Topolski. METODOLOGIA DE LA HISTORIA. p. 15.

20.- Morris Cohen y Ernest Nagel. INTRODUCCION A LA LOGICA ... p. 16.

21.- Weiner Heisenberg ET AL. EL HUMANISMO EN LA FILOSOFIA... pp. 13-14.

22.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 40. Robert Haveman coincide en la necesidad de utilizar esta posibilidad dialéctica en DIALECTICA SIN DOGMA. pp. 216-217.

23.- C. Wright Mills. LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. p. 211.

24.- Linn White. "Historia de clavos y herraduras.", en L.P. Curtis. En EL TALLER DEL HISTORIADOR. p. 71.

- 25.- Alexandre Koyré. ESTUDIOS DE HISTORIA DEL PENSAMIENTO CIENTIFICO. p. 4.
- 26.- Lothar Knauth. CONFRONTACION TRANSPACIFICA. p. 9:
- 27.- Eliot Rudé. "El rostro cambiante de la multitud" en EL TALLER... p. 207. Véase también al economista Federico Hersel. POLITICA ECONOMICA. pp.16-17.
- 28.- L. P. Curtis. EL TALLER... PP. 16-17. Tomas Kuhn nos recuerda que esta interesante apreciación fue planteada por Rene Descartes. APLUD. LA ESTRUCTURA... pp. 190-191.
- 29.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA HISTORIA. p. 47.
- 30.- Dice Roland Caude, a propósito sobre la necesidad de escribir en un estilo claro y preciso: "Los espíritus autodidactas o demasiado versados en las disciplinas literarias o filosóficas crean a menudo confusión al emplear confusiones vagas, ampulosas y grandielocuentes.", en COMO ANALIZAR UN PROBLEMA. p. 36-37.
- 31.- IBID. p. 38.
- 32.- Onofre Rojo Asenjo NEWTON Y SUS REPERCUSIONES EN EL MUNDO ACTUAL. Mimeo. pp. 12-13.
- 33.- Caude apunta que: "El límite de la concisión está en que el enunciado debe también ser exhaustivo. Ser exhaustivo consiste en no olvidar nada importante, nada esencial para el estudio del problema, bajo todos sus ángulos, bajo todos sus aspectos". COMO ANALIZAR UN PROBLEMA. pp. 37-38.
- 34.- En los anteproyectos tecnológicos, a veces, todo el planteamiento consiste en presentar un enunciado interrogativo.
- 35.- Roland Caude señala al respecto: "Enunciar un problema es presentarlo por escrito, o incluso oralmente, en forma de preguntas" . COMO ANALIZAR ...p. 36.
- 36.- William Harvey. DEL MOVIMIENTO DEL CORAZON. p. 117.
- 37.- José Luis López Cano. METODOS E HIPOTESIS CIENTIFICOS. p. 64.
- 38.- John A. Hobson. "El imperialismo" en LA FORMACION DEL MUNDO MODERNO. Antología. Lothar Knauth ET AL. p. 188.
- 39.- Carlo M. Cipolla. En L.P. Curtis. EL TALLER DEL... p. 91.
- 40.- Lewis Mumford. TECNICA Y CIVILIZACION. p. 21.
- 41.- Carlos Marx. "Prólogo de la contribución a la crítica de la economía política" en OBRAS ESCOGIDAS. p. 181.

- 42.- Harry Braveman. TRABAJO Y CAPITAL MONOPOLISTA. p. 7.
- 43.- Oskar Lange. INTRODUCCION A LA ECONOMIA DE LA CIBERNETICA.  
p. 3.
- 44.- Andrew Gamble y Paul Waton. EL CAPITALISMO EN CRISIS. LA  
INFLACION Y EL ESTADO. p. 7.
- 45.- Karl Polany. LA GRAN TRANSFORMACION. p. 17.
- 46.- Lothar Knauth. PROGRAMA DE HISTORIA... p. 15.
- 47.- Martin Buber. QUE ES EL HOMBRE. p. 11.

## CAPITULO 2.

## LA HIPOTESIS Y SU ELABORACION

En el proceso de plantear el problema, es decir, de formular finalmente los objetivos, el investigador tiene que hacer uso de una combinación entre curiosidad e imaginación, pero sobre todo de espíritu crítico. En cambio, en esta nueva etapa deberá asociar los dos primeros conceptos a una idea CONSTRUCTIVA que busque dar respuesta a la pregunta que le ha formulado la realidad, a través de su propio esfuerzo analítico.

El investigador sabe, gracias a su experiencia, que un objetivo-pregunta planteado, y del cual se espera una contestación mediante un proceso de investigación, puede eventualmente tener una gran cantidad de respuestas, y también supone que unas son más adecuadas que otras. Para evitar responder a cada una de ellas, lo cual significaría un enorme esfuerzo, tal vez innecesario, el investigador simplifica el proceso al recurrir a la formulación de supuestos, o hipótesis.

Al recurrir a la selección de unas respuestas sobre otras, lo que hace el científico es acotar el área de investigación, con el ánimo de simplificar lo que resta del proceso investigativo, pero también con el deseo de centrarse en los puntos claves que considera ofrecen la explicación más probable al problema planteado originalmente.

En Ciencias Sociales, a veces, se ha pensado que no se necesita recurrir a hipótesis o inclusive se ha llegado a pensar que ellas son muy difíciles de enunciar, en virtud de que se afirma <sup>que</sup> los fenómenos son complejos y cambiantes. Se olvida que toda idea previa, por difusa que se tengan sobre lo que se va a encontrar es una hipótesis. El solo hecho de dirigir ~~el~~ análisis en un sentido y no en otros implica una selección de alternativas y por tanto delata la existencia de supuestos implícitos. Hacer explícitos estos supuestos, quizás, ayudaría en mucho al propio investigador a tener claridad en cuanto a lo que busca.

A continuación se muestran algunos ejemplos de hipótesis en Ciencias Sociales. El sociólogo C. Wright Mills en su estudio LA ELITE DEL PODER apuntaba 1/:

"Esas jerarquías del Estado, de las empresas económicas y del ejército constituyen los medios del poder; como tales, tienen actualmente una importancia nunca igualada ... y en sus cimas se encuentran ahora los puestos de mando de la sociedad moderna que nos ofrecen la clave sociológica para comprender el papel de los círculos sociales más elevados de los Estados Unidos"

Víctor de Alba en su estudio HISTORIA DEL MOVIMIENTO OBRERO EN AMERICA LATINA asentaba 2/:

"En América Latina no hay apenas clase obrera. Sobre unos 200 millones de habitantes, sólo se cuentan de 20 a 25 millones de obreros. En el campo, las formas obreras de trabajo están poco desarrolladas y coexisten con formas de explotación servil. Incluso en la industria están vigentes supervivencias de las relaciones feudales".

El investigador mexicano Lorenzo Meyer afirmó 3/:

"Es nuestra intención probar en este trabajo la utilidad de algunos conceptos, presupuestos e hipótesis de la teoría de los grupos de presión en un ambiente distinto de aquel que se originó y donde ha sido tradicionalmente

aplicada".

El marxista Roger Bartra enunció de esta manera su hipótesis 4/:  
"Este estudio se ubica decididamente en la perspectiva del análisis de la articulación de los modos de producción".

El sociólogo André Gunder Frank lo hizo de la siguiente forma 5/:

«Esta relación colonial o neocolonial con respecto a la metrópoli capitalista ha formado y transformado la estructura de clases, e inclusive la cultura, en el seno de la sociedad latinoamericana, haciendo que esta estructura nacional se transforme como consecuencia de los períodos de cambio en la forma de la dependencia nacional".

El antropólogo Eric Wolf lo enunció explícitamente 6/:

[Este estudio] "Se interesará por ejemplo en aclarar, tan precisamente como sea posible, de qué tipo de campesinos se trata cuando se habla de participación campesina en un levantamiento político".

Y finalmente los historiadores marxistas Eric Hobsbawm y Eliot Rudé lo plantearon así 7/:

"Lo que sucedió fue más bien que una sociedad rural, que era en algunos sentidos tradicional, jerárquica, paternalista y en muchos aspectos resistente a la lógica del mercado, se transformó, bajo el impetu de un extraordinario auge agrícola..."

Los hechos arriba anotados muestran que el científico, independiente de si estudia los hechos naturales o sociales, una vez que ha logrado que su objetivo sintetice todas las inquietudes en torno al problema que se ha planteado, le resulta necesario formular una o unas RESPUESTAS QUE EXPLIQUEN EL PROBLEMA.

Ello permite apreciar el porqué se recomienda que los objetivos se formulen en forma de pregunta, ya que facilita el encuentro de una respuesta. De esta forma la racionalidad puede encontrar

una feliz expresión, pues, este recurso aumenta las posibilidades de hacer racional el paso entre los objetivos y las hipótesis. Cohen y Nagel explican la razón de esta circunstancia 1/: "Las sugerencias formuladas en las hipótesis PUEDEN ser soluciones al problema" (subrayado suyo).

La importancia de las hipótesis, por tanto, no debe soslayarse ya que es casi vital al proceso de investigación. La historia tradicional de la ciencia, aquella que destacaba a la invención individual como producto de una genialidad, tenía el mérito de remarcar, aunque fuera intuitivamente, la importancia de las hipótesis productivas para el desarrollo de la ciencia. El supuesto por ello tiene un gran relieve dentro de la investigación y su adecuada formulación representa un paso formidable en el desarrollo de la misma. Por ello cabe afirmar que:

EL DESCUBRIMIENTO CIENTIFICO SIGNIFICA EN RIGOR ENCONTRAR LA RESPUESTA QUE EXPLIQUE CON MAYOR CERTIDUMBRE EL PROBLEMA FORMULADO.

El investigador sabe que entre mejor sea la explicación encontrada más grande será su mérito como científico. Y para hallar ese supuesto se valdrá de cualquier atisbo que su mente pueda asociar. Recurrirá a su teoría preferida, a su concepción del mundo pero si ellas le resultan insuficientes recurrirá a otras si le permiten conceptualizar adecuadamente el problema. Pero si ello fuera necesario también recurrirá a sus recuerdos y ensueños porque en ese momento cualquier especulación resulta

válida si el resultado es el apetecido.

A pesar de lo deslumbrante que pueda parecer esta etapa, es importante aclarar el sentido de este paso, porque a primera vista podría parecer ocioso elaborar una pregunta cuya contestación se conoce de antemano. O lo que es peor, dar la impresión de que una vez hallada la explicación, la investigación termina ahí.

Para responder a este problema se debe recordar que el investigador originalmente no tenía la menor idea de que existía el problema que ahora lo ocupa. Sólo cuando logró formularlo le dio sentido a las serie de inquietudes que lo asaltaban. Ahora, en esta nueva fase, lo que debe buscar son respuestas a ese problema. Pero, estas respuestas son de índole especial, ya que la explicación deberá permitir inferir una serie de consecuencias, las cuales deberán verificarse con los propios fenómenos, sean estos naturales o sociales 2/.

Por ello, las hipótesis sólo son respuestas TENTATIVAS. Si el científico aceptara que la hipótesis que ha escogido ES LA MAS VALIDA, aquí se acabaría el juego de la investigación. Pero el investigador, si realmente posee una actitud crítica, DEBERA DUDAR DE LA PROPIA RESPUESTA que con tanto trabajo logró descubrir, para preguntarse: ¿es la más correcta? Esta última suposición es la que hace a un individuo ponerse DEFINITIVAMENTE en el papel del investigador científico ... y la que permite a la ciencia avanzar. Dentro de la perspectiva del modelo de la ciencia moderna sería Descartes quien destacara la importancia de esta postura frente al conocimiento, através del enunicado

OMNIBUS DUBITATUM (dudar de todo). Morris Cohen y Ernest Nagel, ofrecen un sentido cabal de este proceso al afirmar que: "las hipótesis PUEDEN ser soluciones al problema." pero agregan con sagacidad "Determinar si en realidad lo son es la tarea de la investigación" 3/.

¿Porqué, -podríamos preguntarnos- esta incesante inconformidad? ¿Existe alguna raíz para proceder de esta manera en la investigación? ¿Siempre el conocimiento científico se comporta de manera tan escéptica? ¿Porqué la ciencia no confía en los productos creados por el propio investigador?

La respuesta muestra las características de la ciencia fáctica, aquella que sustenta sus conocimientos en los hechos, sean sociales o naturales. Ella basa su conocimiento en la VERIFICACION, o sea en la necesidad de ir de lo particular a lo general, y en la teoría del cálculo de probabilidades; la cual afirma que todo conocimiento empírico es conocimiento probable, es decir, que en cualquier caso o supuesto o ley siempre es posible imaginarse que ocurra lo que tiene pocas probabilidades de producirse 4/. Por eso mismo se descarta la posibilidad de encontrar algún día la certeza o la verdad. Por tanto, LA CIENCIA NO PUEDE ACEPTAR QUE LO ENCONTRADO POR UN INVESTIGADOR SEA LA EXPLICACION ULTIMA Y FINAL. LA DUDA, NO LA VERDAD, ES EL COMPAÑERO FIEL DE UN AUTENTICO INVESTIGADOR.

Por lo anterior, la hipótesis es el concepto clave para comprender el conocimiento futuro. Y el investigador, en esta fase, la considerará como la explicación más correcta de los

hechos que observará, aún cuando no esté seguro de si en verdad lo sea.

El supuesto, por tanto, cumple una doble función, ya que por un lado ofrece la posible solución al problema, y por el otro GUIARA los pasos siguientes de la investigación, ya que la misión del científico, de aquí en adelante, será comprobar qué tan cerca de la realidad se encuentra la explicación contenida en ella 5/. En esta segunda consideración se asienta la convicción de que la racionalidad continúa operando entre la fase de la elaboración de las hipótesis y la formulación de la metodología, ya que esta última habrá de permitir verificar las respuestas sometidas a verificación.

Se podría, sin embargo, afirmar en sentido opuesto, que plantear una hipótesis incorrecta o menos válida que otra podría ser más perjudicial a la investigación que no plantear ninguna ya que quizás nos desencaminaría de la respuesta correcta. Esta es una preocupación y una posibilidad siempre presente en la investigación. Para tratar de anular esta objeción, el investigador puede recurrir a lo que Thomas Kuhn llama el camino de la ciencia normal. La que en estos casos representaría a los resultados obtenidos principalmente por medio de otras investigaciones afines, o los conceptos y categorías teóricas implicadas en el problema, e incluso basado en las propias observaciones no sistemáticas del fenómeno 6/.

Es menester también no olvidar que uno de los principales quehaceres del investigador se halla en el localizar los límites

de una teoría, es decir, sus alcances y ello implica mejorar la precisión de las observaciones, antes que buscar resultados deslumbrantes. Otra actividad común es vincular esos nuevos fenómenos con otros cuerpos del conocimiento más sistematizados. Ello implica que la ciencia no siempre está a la búsqueda de revolucionarias explicaciones.

Las generalizaciones y las observaciones pasadas indicarían cuál ha sido el supuesto que ha registrado el mayor número de frecuencias en el pasado, por lo que para los fines del estudio se considerarían como aproximadamente las más válidas en el futuro 7/. En estos casos se trata de que la hipótesis busque relacionar los nuevos fenómenos observados con el cuerpo de conocimientos ya establecidos y que se consideraran válidos 8/. Aun en las ciencias sociales la impugnación a los supuestos reconocidos no es menos importante para avanzar en el estudio de los hechos y los fenómenos que se observan 10/:

"Mi investigación desembocaba en el resultado de que, tanto las relaciones jurídicas como las formas de Estado no pueden comprenderse por sí mismas ni por la llamada evolución general del espíritu humano, sino que radican por el contrario, en las condiciones materiales de vida cuyo conjunto resume Hegel, siguiendo el precedente de los ingleses y franceses del siglo XVIII, bajo el nombre de 'Sociedad civil' y que la anatomía de la sociedad civil hay que buscarla en la economía política"

Sólo una vez que el científico demuestra que la explicación establecida tiene incongruencias, o contradicciones, o al menos imprecisiones, suele pasar a poner a prueba hipótesis que rompen con el cuerpo de conocimientos históricos. En esta fase, el investigador busca y una vez que encuentra algunas posibles

respuestas, selecciona de entre ellas aquellas que considera que tienen un poder heurístico mayor, es decir, que tienen más poder explicativo, o que poseen mayor probabilidad de ser ciertas 9/.

Feyerabend 11/, es más radical, opone un camino opuesto al sugerido por la ciencia normal, que consiste en que se tome:

"El punto de vista opuesto (a la inducción), sugiero la conrainducción, elaboración y propagación de hipótesis que sean inconsistentes con las teorías bien establecidas o con HECHOS bien establecidos ... sugiero proceder conrainductivamente".

Aunque estas sugerencias son muy atractivas, existe un problema de orden práctico para proceder siempre así. La dificultad se debe a que no hay límites para proponer respuestas. Y si la investigación no demandara recursos, tiempo y experiencia pues entonces no importaría que nunca se encontraran resultados ciertos y útiles.

Por ello, me parece que la sugerencia de Feyerabend es sólo válida cuando previamente se han refutado hipótesis sólidas, o al menos se han establecido los límites de una teoría que tiene ya consenso entre los colegas. De esta manera el investigador evita las críticas, tolera y utiliza la experiencia previa de la ciencia, y además incrementa las posibilidades de lograr financiamiento para su nueva prueba 12/.

Un investigador no debería descartar alguno de los métodos descritos y otros que encuentre para hallar sus hipótesis; ya que de lo que se trata en esta fase es delinear la mejor explicación posible y cualquier camino para lograrlo es válido.

Al respecto Mario Bunge opina que 13/:

"La investigación no es errática sino metódica; sólo que no hay una sola manera de sugerir hipótesis, sino muchas maneras; las hipótesis no se nos imponen por la fuerza de los hechos, sino que son INVENTADAS para dar cuenta de los hechos".

Estos planteamientos refutan la idea de que basta con poseer suficientes datos para que la hipótesis aparezca por su propia fuerza. Hempel destaca el valor de la creatividad en esta etapa 14/:

"Al conocimiento científico no se llega aplicando un procedimiento inductivo de inferencia de datos recogidos con anterioridad, si no más bien mediante el llamado 'método de las hipótesis', es decir, inventando hipótesis a título de intentos de respuesta a un problema de estudio, y luego sometiendo a éstas a la contrastación empírica"

En gran cantidad de ocasiones el éxito de un investigador se sustenta precisamente en el valor heurístico, o sea, en el poder explicativo de los supuestos que plantea. Y estas se producen, a veces, con independencia de las teorías establecidas.

Existe, sin embargo, un peligro, al hacer esta selección de las respuestas. Que el investigador <sup>\*</sup>deje guiar por sus sentimientos o las preferencias ideológicas al efectuar esta selección. Es en este paso donde el científico se esfuerza por que la objetividad predomine sobre sus propios deseos y lo cierto es que se logra sólo a base de muchos sacrificios, porque como apunta Bachelard 15/, existe una fuerte tendencia a que el espíritu conservador predomine sobre el formativo. Este es un problema típico en las ciencias sociales, pero no es menos significativo en las naturales.

Es natural que una hipótesis novedosa cause recelo y a veces críticas -dice Andreiev - ya que en ocasiones atenta contra el ascendiente y la autoridad de la academia 16/: "Su cambio afecta por lo común los intereses y el prestigio de un nutrido grupo de científicos que se resisten por todos los medios a la cristalización de lo nuevo, apelando a veces a métodos ilícitos, a acciones que distan mucho de tener algo en común con la ciencia, por ejemplo, al acoso y descrédito de los portadores de nuevas ideas."

Aquí se entra a un terreno que puede generar mucha polémica, ya que si un investigador en la búsqueda del más adecuado planteamiento hipotético no desdeña ningún supuesto, por más contradictorio que sea frente a la teoría de sus preferencias, entonces se le podría acusar de ser ecléctico, es decir, de no apegarse a una concepción ideológica definida.

La respuesta a este prejuicio debemos buscarla en el sentido que se le debería dar al concepto de la originalidad. Un pensador original debe estar consciente que sus respuestas a veces van más allá del horizonte establecido por la academia y aun por la propia teoría, por eso mismo no siempre será bien visto. Si éste científico desea mantener un compromiso crítico con la investigación científica deberá plantear la explicación que él considera la más adecuada del fenómeno investigado, con independencia de lo que los demás supongan u opinen.

Dada la importancia que juegan las hipótesis "eclécticas" en la investigación y las dificultades que ellas acarrean, cabe exponer un ejemplo de cómo una hipótesis puede ser usada en virtud de su gran poder explicativo a pesar de las preferencias teóricas de

los que la enunciaron. Durante los principios de la economía política (Smith, Ricardo y Malthus al menos 17/) se utilizó la hipótesis de que la ganancia era el elemento fundamental para el desarrollo del capitalismo. Mas tarde Marx retomó este concepto para ampliar el poder explicativo de esta hipótesis al sugerir que la ganancia no sólo era el motor de la expansión del capitalismo sino su propio freno, es decir, la que podía generar las crisis en ese sistema 18/.

Pero el uso de esta hipótesis tan productiva no paró allí, pues pocos años después Hobson (1858-1940) 19/, economista inglés, la retomó para explicar la nueva fase del capitalismo, el imperialismo. Al afirmar que el ahorro excesivo, (otra forma de llamarle a las ganancias) aquel que no se generaba por el esfuerzo mental ni manual, al no tener una salida natural en el consumo nacional, tendia a buscar invertirse en el exterior del país. Curiosamente Keynes (1883-1946) nunca reconoció la deuda que tenia con Hobson, ni con Marx, pero su TEORIA GENERAL ... retomaría la hipótesis de la ganancia , a través de la explicación de que la crisis del capitalismo era producida por la desigualdad que existía entre el ahorro y la inversión y la tasa de interés y la ganancia del inversionista 20/.

Hace pocos años otro famoso economista, John K. Galbraith, retomó la hipótesis sólo que para tratar de refutarla, en parte, pues supuso que la moderna trasnacional ya no sólo tiene objetivos puramente económicos, sino también políticos, ideológicos y sociales, que subordinan a la ganancia 21/:

"En este libro sostengo que lo que la gran anónima maximiza no es su rendimiento monetario, si no el entero complejo de los intereses de la organización, una parte del cual es el rendimiento pecuniario, y que, para maximizar el complejo de sus intereses orgánicos, lo que busca sobre todo es conseguir que los objetivos de la parte más amplia de la comunidad y los del Estado sean compatibles con los suyos propios. Ello implica el ejercicio de un poder mucho más importante que el actuado por la empresa que se limitaba a perseguir la maximización de sus beneficios".

Como se puede apreciar la formulación de una hipótesis exige conocimientos profundos, pero también originalidad en el tratamiento del problema. Estos conocimientos pueden formularse explícita o implícitamente. Si son explícitos, entonces, se puede afirmar que se ha elaborado un MARCO TEORICO PROPIO. En las Ciencias Sociales este marco generalmente incluye los parámetros espacio-temporales en los que se desenvuelve el problema ya que los fenómenos sociales, económicos, históricos entre otros, son locales, es decir, su grado de generalidad es limitado. Es interesante señalar que en tecnología ocurre algo similar. Lo que es una buena solución tecnológica en una región, puede no serlo en otra.

## 2.1 ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA FORMULACION DE UNA HIPOTESIS.

Si el supuesto también es una guía de los pasos posteriores de la investigación es necesario que apuntemos cuáles son esos elementos que permiten al supuesto indicar el rumbo que se debe seguir.

Para cumplir con este propósito, el contenido de las hipótesis suele ser también muy claro y explícito porque debe invitar a la

observación o la experimentación de fenómenos reales, sean naturales o sociales, aunque el contenido específico del supuesto pueda ser muy variado. Hempel en este sentido es muy flexible 23/:

"Emplearemos la palabra "hipótesis" para referirnos a cualquier enunciado que esté sometido a contrastación, con independencia de si se propone describir un hecho o evento concreto o expresar una ley general o alguna otra proposición más compleja"

Existen tres elementos que el investigador toma en cuenta cuando se encuentra en la elaboración de sus hipótesis:

El primero es que, el investigador tiene que convertir la o las respuestas que encontró en explicación(es) objetiva(s) que invite(n) a la observación y sistematización. Esto significa que las hipótesis debe permitir inferir las consecuencias lógicas del enunciado propuesto. Y estas consecuencias deben ser observables.

El segundo elemento que forma parte de una hipótesis son la serie de premisas o acuerdos implícitos que permiten plantearla. A esto se le llama HIPOTESIS AUXILIAR. Por regla general los supuestos auxiliares se presentan bajo el signo de la confianza, pero se debe estar seguro de que ellas satisfacen las condiciones especificadas para que el supuesto principal pueda ser sometido a verificación.

Un ejemplo podría mostrar como un exceso de confianza en nuestros prerrequisitos puede echar a perder el experimento: En una escuela agrícola es común que los estudiantes repliquen experimentos no originales, con el fin de que saquen con cierta

rapidez y un mínimo de decoro su tesis profesional. En un caso particular el pasante cuadrículó un terreno y procedió a abonarlo, bajo diferentes cantidades de un mismo fertilizante. Su objeto era determinar cuál era la cantidad que proporcionaba el máximo rendimiento, con la mínima inversión.

Al final de la temporada el estudiante recogió la cosecha y se encontró con que no existían diferencias significativas entre los diferentes sectores del terreno. El tutor invalidó la tesis y el alumno, a parte de la depresión consiguiente, por más esfuerzos que hacia no encontraba la respuesta a su error. Sólo mas tarde se dió cuenta de que el abono empleado había caducado hacia tiempo. En otras palabras, en un exceso de confianza había supuesto que el abono estaba en perfectas condiciones 24/.

Como tercera y última advertencia se debe hablar de lo que significa una hipótesis AD HOC. Esta en principio no se distingue de las hipótesis normales, sin embargo, sus implicaciones son significativas pero en un sentido inverso al contenido de una actitud crítica ya que de lo que se trata es de salvar una teoría querida y respetable frente a algún nuevo hecho que se resiste a encuadrarse en esos conceptos.

El problema es que difícilmente una hipótesis AD HOC puede ser identificada antes de que sea sometida a verificación. Tómese el ejemplo de Leverrier (1811-1877) quién propuso la existencia de un planeta cercano a Urano para explicar fallas en la teoría newtoniana y acertó al descubrirse Neptuno. Mas tarde aventuró la existencia de otro planeta entre Mercurio y el sol para

justificar las desviaciones de la órbita del planeta más pequeño del sistema ... y falló, tal planeta no existía. En el primer caso se trató de una hipótesis productiva, en el segundo de una AD HOC. Aunque su punto de partida era esencialmente el mismo.

Lo que debemos recordar es que SIEMPRE es posible retener una hipótesis aunque sea refutada, si se está dispuesto a achacar errores y desviaciones a las hipótesis auxiliares. O a complicar cada vez más el andamiaje teórico en la cual se sustenta la hipótesis principal. Para ello elabora nuevas justificaciones o restringe el poder generalizador de las implicaciones 25/.

He aquí un ejemplo clásico de justificación AD HOC, frente al descubrimiento de la existencia de lunas en torno a Júpiter, realizado por Galileo. Afirmaba su crítico Francesco Sizi, astrónomo por añadidura 26/:

"Hay siete ventanas en la cabeza, dos orificios nasales, dos orejas, dos ojos y una boca; así en los cielos hay dos estrellas favorables, dos que no son propicias, dos luminarias, y Mercurio, el único que no se decide y permanece indiferente. De lo cual, así como de otros muchos fenómenos de la naturaleza similares -los siete metales - etc., que sería tedioso enumerar, inferimos que el número de planetas es siete ... Además, los satélites son invisibles a simple vista y por tanto no pueden tener influencia sobre la tierra y por tanto serían inútiles, y por tanto no existen".

Por supuesto que un investigador no debería interesarse tanto por defender una posición teórica que no abre perspectivas hacia el futuro y posibles avances subsecuentes. El impulso natural del hombre es defender lo que conoce o ha obtenido a través de su esfuerzo, por ello los hábitos y costumbres establecidos

tienden a oponerse a lo nuevo, lo original, aunque éstos puedan ofrecer soluciones más universales a los problemas que el hombre se enfrenta.

En la elaboración de las hipótesis no hay fórmulas rígidas para presentarlas. sin embargo, no estaría de más que mencionaran los siguientes elementos que definen la elaboración de los supuestos:

- 1.- la hipótesis debería construirse en forma de afirmación o respuesta;
- 2.- incluiría en ella los elementos, hechos o personas que intervienen en los acontecimientos y;
- 3.- las relaciones o procesos que se establecen entre ellos;
- 4.- y . si es posible, debería establecerse una predicción de su futuro comportamiento.

Las hipótesis o supuestos pueden ser utilizados por cualquier investigador y en cualquier disciplina, sea social o natural, lo importante es que ofrezcan soluciones aceptables al objetivo planteado. Debe agregarse que la hipótesis no necesariamente debe ser correcta, lo verdaderamente importante es que permita guiar al análisis en una dirección productiva. Obsérvese a continuación algunos ejemplos de cómo se operacionalizaron algunas de ellas.

Antes de la existencia de la química moderna se recurrió a una hipótesis muy útil que explicaba el comportamiento de la materia

mientras ardía.

Hipótesis (Ho). Los cuerpos que contienen cierta sustancia se queman bien y los cuerpos que no se queman carecen de ella.

Dicha hipótesis se sustentaba en el siguiente principio teórico: Todos los cuerpos contienen una sustancia levitante que pierden justamente en la combustión 27/. Esa sustancia se le nombraba "el flogisto".

De lo expuesto podríamos inferir que los elementos que intervienen serían "Los cuerpos" y "el flogisto". Y las relaciones podrían ser "mucho...luego se queman bien" y "los que no se queman es que no tienen...".

Podríamos hacer otra observación, y es que podemos suponer la existencia de dos clases de cuerpos, los que tienen y los que carecen de flogisto, es decir, que hay dos variables; los cuerpos y el flogisto. Si quisiéramos ir más lejos, diríamos que la variable independiente es el flogisto, pues de ella depende para que los cuerpos ardan o no. Los cuerpos, por tanto, serían por añadidura la variable dependiente.

Recurramos a otro ejemplo; esta vez sobre problemas de administración de instituciones. A finales de la década de 1960 apareció un librito un poco irrespetuoso de las formas académicas titulado EL PRINCIPIO DE PETER y que se ha convertido en un éxito editorial 28/, la hipótesis central era esta:

Ho. En una jerarquía, todo empleado tiende a ascender hasta su nivel de incompetencia.

Los elementos que se pusieron a prueba fueron "los empleados" y la "jerarquía" y la relación aunque fue puesta en palabras manifiesta una combinación probabilística "tiende a ascender hasta su nivel de incompetencia". Es decir, que más tarde o más temprano se manifestará en una inmensa mayoría de empleados dicha condición. Las variables en este caso son los empleados, quienes dependen de su nivel de competencia para llegar a su último nivel jerárquico, que, paradójicamente será donde se manifieste su incompetencia.

Obsérvese otros ejemplos de hipótesis utilizadas en las ciencias sociales:

El henequén mexicano, que es un fibra dura, ha tenido muchos problemas y parece que finalmente desaparecerá de los mercados internacionales. Aquí la hipótesis de trabajo parte de las razones dadas por la empresa que comercializa el henequén para dar razón de su fracaso.

Ho. El principal problema del henequén mexicano se genera en el mercado exterior, donde los competidores ofrecen sus productos a precios inferiores a los de Cordemex 29%.

Las elementos de esta hipótesis serían: Los competidores de henequén, que incluyen al productor mexicano, frente a los precios. Y las relaciones que se establecen estarían dadas por las diferencias de precios en el mercado internacional. La variable independiente sería el precio y la dependiente la demanda de henequén. El resto de las ideas vendrían a ser un

conjunto de elementos espacio-temporales que determinan que esa relación de desigualdad es la determinante para justificar el fracaso del henequén mexicano.

El siguiente ejemplo contempla una hipótesis más general 30/:

"Los hechos demuestran que las diferencias entre los diversos países capitalistas, por ejemplo, en lo que se refiere al proteccionismo o al librecombio, condicionan únicamente diferencias no esenciales en la forma de los monopolios o en el momento de su aparición, pero que el engendramiento del monopolio por la concentración de la producción es una ley general y fundamental de la fase actual del desarrollo del capitalismo."

En este caso la variable independiente sería la producción industrial y la dependiente es la aparición y desarrollo de los monopolios. La relación, estaría dada por el grado de concentración.

Debe notarse que todas estos supuestos se encuentran formulados de tal manera que "invitan" a una observación sistemática de sus consecuencias y, si las circunstancias lo permiten, de manera cuantificada.

Existe otra forma de plantear supuestos y ello es producto del desarrollo de la estadística inferencial. Consiste en contraformular a la hipótesis que se ha descubierto otra hipótesis que por sus características se le conoce como HIPOTESIS NULA. Es decir, que si la primera hipótesis se plantea como una afirmación la segunda será su negación. Las técnicas estadísticas se dedican a verificar la hipótesis nula y sólo una vez que se

refuta ésta se acepta la primera.

Se supone que esta forma de elaborar las hipótesis permite un mayor grado de objetividad al científico, que entonces no se compromete tanto en confirmar su supuesto. No debe pensarse que la validación de la hipótesis nula resuelve la cuestión de encontrar la respuesta adecuada, con un sólo supuesto. Si la prueba confirmara la hipótesis nula, únicamente tendríamos la negación del supuesto original, pero no la respuesta que explique el fenómeno analizado.

Es importante agregar que una hipótesis que invite a la cuantificación de sus consecuencias es uno de los elementos más útiles en la ciencia porque permite comparar y definir con mayor precisión los alcances y la intensidad de los fenómenos, sean naturales o sociales.

Este es un problema aún difícil de aceptar en ciencias sociales 31/. Se piensa, a veces, que la cuantificación se debe asociar a cierto tipo de concepción filosófica (el positivismo) y que aquellos que no concuerdan con esta filosofía deberían abstenerse de recurrir a la medida.

Las técnicas cuantitativas, sin embargo, son instrumentos analíticos y por ende modifican la materia investigada de una manera prevista y calculable. Si se recurre a ellos, es porque el investigador obtiene mayor claridad en cuanto a la magnitud, la intensidad de los procesos y le permite establecer adecuadas comparaciones con otros fenómenos y establecer su importancia

relativa. Esta es pues su única función.

En todo caso, el científico social debería reconocer, que, cuando no es posible ofrecer resultados cuantitativos, se halla frente a un principio de conocimiento elemental, mas no de certidumbre. No por esa circunstancia evitará formular los supuestos, es probable que estos esfuerzos intelectuales ayudarán en mucho a formalizar, cada vez más, las observaciones de la realidad social, aunque básicamente aún no se pueda pasar de la explicación de los fenómenos al control de los mismos.

Es pertinente aclarar que no siempre es posible establecer un marco teórico y aún ni siquiera las hipótesis del caso 32/. Curiosamente en ciencias sociales es común este procedimiento dado que hay muchas áreas en las cuales no existen antecedentes previos. Esto también es común cuando se plantean problemas tecnológicos, y aún militares, en estos últimos casos pueden existir informaciones previas pero la competencia por el mercado o la llamada seguridad nacional impide hacerlas públicas (No deja de ser interesante que el capitalismo y el socialismo real desarrollen valores opuestos al ideal de que la ciencia debiera ser abierta). En todos los casos donde no es posible plantear alguna hipótesis, el valor de la investigación reside en su carácter exploratorio y en la riqueza de su perspectiva, aunque pueda ser pobre en precisión y procedimientos 33/.

Algunos ejemplos podrían ilustrar este punto: Nicolás Copérnico (1473 - 1543) expuso la posibilidad de que la tierra giraba alrededor del sol. Nunca pudo verificar por medio de la

observación o por medio de argumentos más sólidos de los que sustentaba la teoría tolemaica. La basó en el hecho de que había sido concebida en la Grecia clásica por Aristarco de Samos (siglo III a.n.e.) y porque además era una idea que le agradaba estéticamente 34/. Como es del conocimiento general, su hipótesis fue confirmada en el siglo XVII por Galileo.

Otro caso sobresaliente de un investigador que destaca por plantear un problema, mas no por ofrecer una respuesta verificable fue Francis Bacon (1561 - 1626) quien fuera un famoso político inglés, casi toda su vida. El nunca llegó a realizar un experimento, sin embargo, se le reconoce como el profeta del método inductivo, porque sostuvo abiertamente, en su NOVUM ORGANUM, la existencia de un método diferente al deductivo, que consistía "en recolectar materiales, efectuar experimentos en gran escala y encontrar los resultados partiendo de una gran masa de evidencias" 35/.

Finalizar la elaboración de las hipótesis significa abrir un paso definitivo hacia la exploración de los fenómenos naturales y/o sociales, nada más exitante y esperanzador, sin embargo, lo que 3 resta por hacer, que es mucho, implica poner en juego nuevas habilidades, tanto mentales como manuales, porque de lo que se trata de ahora en adelante, es comprobar qué tan cerca de la realidad se encuentra la explicación contenida en las hipótesis propuestas.

Finalmente es posible concluir que la formulación de la hipótesis puede ser muy sencilla o muy elaborada, o incluso no existir. En

realidad la versatilidad y flexibilidad del método de la ciencia es enorme y de ninguna manera debe considerarse como una limitación o coerción. Mas bien debe vérselo como una flexible ruta que permite la máxima expresión de las posibilidades del conocimiento del hombre sobre los fenómenos naturales y sociales que son observables, directa o indirectamente.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- C. Wright Mills. LA ELITE DEL PODER. p. 13.
- 2.- Víctor Alva. HISTORIA DEL MOVIMIENTO OBRERO EN AMERICA LATINA. p.11.
- 3.- Lorenzo Meyer. LOS GRUPOS DE PRENSION EXTRANJEROS EN EL MEXICO REVOLUCIONARIO. p. 11.
- 4.- Roger Bartra. ESTRUCTURA AGRARIA EN MEXICO. p.9.
- 5.- André Gunder Frank. LUMPENBURGUESIA: LUMPENDESARROLLO. p23.
- 6.- Eric Wolf. LAS LUCHAS CAMPESINAS DEL SIGLO XX. p.5.
- 7.- Eric Hobsbawm y George Rud. REVOLUCION INDUSTRIAL Y REVUELTA AGRARIA. EL CAPITAN SWING. p. 16.
- 1.- Morris Cohen y Ernest Nagel. INTRODUCCION... p. 18. A semejante opinión se puede sumar la opinión de Carl Hempel: "Las hipótesis en cuanto intentos de respuesta, son necesarias para servir como guía de la investigación científica." FILOSOFIA DE LA TRABAJO PARA LA DELIMITACION DEL CAMPO A ESTUDIAR.
- 2.- Véase Raúl Rojas Soriano. GUIA PARA REALIZAR INVESTIGACIONES SOCIALES. pp. 87-94.
- 3.- Morris Cohen y Ernest Nagel. INTRODUCCION A LA LOGICA... p. 18.
- 4.- Para una ampliación de esta postura véase a Hans Reichenbach. FILOSOFIA CIENTIFICA. pp. 242-250.
- 5.- Morris Cohen y Ernest Nagel dicen a propósito que: "La función de la hipótesis es ORIENTAR nuestra búsqueda de orden en los hechos" INTRODUCCION A LA... p. 18.
- 6.- Para Tomas S. Kuhn la investigación científica normal va dirigida a la articulación de aquellos fenómenos y teorías que ya

proporciona el paradigma. LA ESTRUCTURA DE LAS... pp. 51-60. El filósofo soviético Andreiev coincide en que este es el comportamiento habitual de los investigadores: "Cuando la contradicción entre la teoría y los hechos queda superada y se establece la correspondencia entre ambos, el desarrollo ulterior de la teoría tiene lugar en el sentido de la precisión, concreción y sistematización de sus elementos, al objeto de dotarla de una mayor armonía y una relativa perfección". PROBLEMAS LÓGICOS... p. 333.

7.- Véase a Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. p. 245. Tomas Kuhn afirma al respecto que: "Hay un tipo de 'enunciado' o 'hipótesis' que los científicos someten repetidamente a contrastación sistemática. Me refiero a los enunciados que expresan las conjeturas de un individuo acerca del modo más apropiado de relacionar el propio problema de investigación con el corpus del conocimiento científico que se considera válido" "La lógica del ...", en Mario Casanueva ET ALL. Compiladores. En LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 92.

8.- IBID. Este autor al aceptar que la ciencia normal trabaja para buscar conciliar el viejo conocimiento con los nuevos fenómenos acepta que este tipo de ciencia labora a través de Hipótesis AD HDC, ya que descarta la posibilidad de que se busque la mejor explicación para el problema planteado. Si ello se verificara se encontraría otra diferencia, esta vez significativa entre la los científicos y los tecnólogos, pues estos últimos no buscan transacciones con la teoría, si no entender la realidad, para transformarla.

9.- "Prólogo a la contribución de la crítica de la Economía Política" en OBRAS ESCOGIDAS. p. 182.

10.- Andreiev es partidario de este proceder: "Cuando la veracidad de los nuevos hechos descubiertos se ha establecido y demostrado hasta el punto de que no se pueden explicar con ayuda existente en este dominio, el investigador se plantea hallar una explicación tanto de estos nuevos hechos como a los ya conocidos, o introducir enmiendas en dicha teoría que permitan resolver la contradicción entre ella y los nuevos hechos". PROBLEMAS LÓGICOS... P. 333.

11.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 23.

12.- En tecnología, a veces esta improvisación es productiva, ya que muchos conocimientos son cerrados, es decir, se ocultan a los posibles competidores, así pues a esto investigadores no les queda sino inventar o crear atajos para resolver sus problemas.

13.- Mario Bunge. LA CIENCIA SU METODO Y SU... p52.

14.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA DE LA... p. 36.

15.- Gastón Bachelar. "La noción de obstáculo epistemológico". En Mario Casanueva ET ALL. Compiladores. LA CIENCIA Y SUS METODOS.

pp. 32-33.

16.- Andreiev. PROBLEMAS LOG... p. 33a.

17.- Adam Smith, decía al respecto que: "Los beneficios se regulan enteramente por el valor del capital empleado y son mayores o menores en proporción a su cuantía". INVESTIGACION SOBRE LAS CAUSAS DE LAS RIQUEZAS DE LAS NACIONES. p. 48. Y Thomas Malthus afirmó por su parte: "Al hablar de aquella porción del ingreso (revenue) nacional que va al capitalista como pago del empleo de su capital, se le ha llamado corrientemente por el nombre de utilidades de acervo. Pero acervo no es una expresión tan apropiada, en este caso, como capital". PRINCIPIOS DE ECONOMIA POLITICA. p. 221.

18.- Hay otros casos, como lo fue, por ejemplo, la idea de VALOR.

19.- "El imperialismo" en Lothar Knauth ET AL. Compiladores. LA FORMACION DEL MUNDO MODERNO. Antología. p.191.

20.- Esta opinión la sostiene Paul Sweezy. TEORIA DEL DESARROLLO CAPITALISTA. pp.

21.- John. K. Galbraith. EL NUEVO ESTADO INDUSTRIAL. p. 3a.

23.- Carl Hempel. FILOSOFIA DE LA... p. 38

24.- Dice Carl Hempel al respecto: "Las hipótesis auxiliares deben satisfacer las condiciones especificadas en el supuesto principal. Este punto es particularmente importante cuando las hipótesis que se están sometiendo a examen ha resistido bien otras contrastaciones a las que ha sido sometida anteriormente y constituye una parte esencial de un sistema más amplio de hipótesis interconectadas apoyado en otros testimonios empíricos distintos. En este caso, se hará verosimilmente, un esfuerzo por explicar el hecho de que no se haya producido E mostrando que algunas condiciones C no estaban satisfechas en la prueba". FILOSOFIA DE LA ... pp. 45-46. Debo agregar con respecto a esta tesis fallida que el criterio del tutor me pareció rigorista, ya que la investigación no es una carrera ascendente de aciertos. Los fallos son también parte del aprendizaje del investigador.

25.- Véase al respecto a Carl Hempel. IBID. pp. 51-52.

26.- APUD Carl Hempel. LA FILOSOFIA DE LA ... p. 77.

27.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA... pp. 593-594.

28.- Peter Laurence. EL PRINCIPIO DE PETER. p. 28. El deseo de combinar ciencia y beneficio personal no es nuevo, ya Galileo había tratado de vender los nombres de los mares, y desiertos de la luna, aunque sin éxito.

29.- Cordemex. SEIS AÑOS DE LABORES. 1970 - 1976.

30.- V. Lenin, IMPERIALISMO ...p. 18.

31.- Véase a Luis Duarte. DISEÑO ... p. 21.

32.- Raúl Rojas S. es otro que participa de la idea de que a veces no es posible plantear hipótesis GUIA PARA ...pp. 60-61. Curiosamente en ciencias sociales es común este procedimiento dado que hay muchas áreas en las cuales no existen antecedentes previos. Este también es común cuando se plantean problemas tecnológicos, sólo que en estos casos no es que no existan informaciones previas, si no que los resultados no suele ser comunicados a los competidores.

33.- Véase a Luis Duarte. DISEÑO DE... p. 41.

34.- Koestler señala que Galileo sólo efectuó 27 observaciones personales durante treinta y dos años de trabajo. La mayor parte de su material era proporcionado por las antiguas observaciones de astrónomos griegos y árabes. Además Galileo estaba consciente de que sus observaciones no demostraban sus explicaciones. LOS SONAMBULOS. p. 125. Puede consultarse también a Bertrand Russel. LA PERSPECTIVA CIENTIFICA. pp. 16-19.

35.- John Bernal. LA CIENCIA EN LA... p. 421.

## CAPITULO 3.

## EL PLAN PARA PROCEDER A INVESTIGAR.

Hasta este momento, el científico ha desarrollado una serie de ideaciones acerca de lo que acontece en un sector de la realidad. Ha partido de un problema y ha encontrado alguna (s) solución (es). Le toca ahora preguntarse si lo que ha hecho tiene alguna correspondencia con lo que acontece en el mundo. Es decir, si sus hipótesis pueden verificarse a través de la observación directa o indirecta de algún hecho. Esta es la razón por la que se insiste en que las hipótesis se formulen de una manera que induzca a la observación sistematizada de algún fenómeno.

Una opinión contraria a la sugerencia que exponemos la ofrece Feyerabend al afirmar que 1/:

"En la práctica (la falsación y la verificación) no son nunca obedecidas por nadie. Los metodólogos pueden señalar la importancia de las falsaciones, pero ellos (los investigadores) utilizan alegremente teorías falseadas; pueden echar sermones sobre lo importante que es considerar todos los hechos relevantes y nunca mencionar aquellos grandes y drásticos hechos que muestran que las teorías que ellos admiran y aceptan, la teoría de la relatividad, la teoría cuántica, son como mínimo tan pobres como las viejas teorías que ellos rechazan".

En mi descargo diré que tampoco coincido con la idea de que el método contiene principios inalterables y absolutamente obligatorios. Son acuerdos laxos que la comunidad establece, acuerdos por mayoría que pueden seguirse o no. Sólo que la mejor tradición científica rechaza CUALQUIER acuerdo y en cambio prefiere ceñirse a la idea de que el método adecuado es aquel

que permite explicar con el mayor grado de probabilidad la realidad . En esta consideración se basa, por ejemplo, que, conocimientos como la frenología, la quiromancia, la magia, la astrología o la dianética NO puedan ser parte de la ciencia. Estas disciplinas de acuerdo al esquema de Feyerabend pueden ser, con todo derecho, ciencias.

Al plantear el plan para proceder a investigar, el científico diseña una especie de puente entre cierto tipo de hechos y las ideas que tiene acerca de esos hechos. De la solidez de este planteamiento metodológico dependerá el rigor intelectual de las respuestas que finalmente encuentre. Un sistema verificativo endeble, por ejemplo, pondrá en tela de juicio cualquier tipo de conclusiones a que se llegue.

No basta entonces el esfuerzo racional y objetivo formidable que el investigador ha realizado hasta ahora, para darle al conocimiento científico su cimiento fundamental. Tampoco es suficiente darle a las cosas un sentido lógico y quizás matemático. El juez último en la investigación de carácter empírico debe ser la verificación de los fenómenos. Para decirlo en palabras del eminente físico Max Planck 2/:

"El material que proporcionan las piedras fundamentales de la ciencia es recibido directamente a través de la propia percepción de las cosas externas o indirectamente a través de la información de los demás. No existe otra fuente del conocimiento científico".

A este juicio no escapan las ciencias sociales. El sociólogo Wright Mills apuntaba que 3/: "El practicante clásico verifica un

enunciado mediante la exposición detallada de todos los materiales empíricos pertinentes." 1

El investigador no se interesa sobre cualquier percepción de la realidad, porque su esfuerzo analítico le ha proporcionado una herramienta efectiva para buscar un tipo específico de fenómenos que responderán al problema investigativo que se ha planteado. La hipótesis que ha desarrollado, ahora se ha convertido en una especie de brújula, que ha de guiarlo para recoger las informaciones pertinentes, ya que "La función de las hipótesis es ORIENTAR nuestra búsqueda de orden en los hechos", es decir, que "Los hechos deben ser ELEGIDOS para su estudio sobre la base de una hipótesis" 4/.

El investigador al establecer su método... , no plantea recoger cualquier dato relacionado con la problemática seleccionada, si no sólo aquellos que le permitan responder de una u otra manera a los supuestos que intenta verificar. Roland Caude lo señala con claridad 5/:

"Constituye todo un arte reunir los datos indispensables y limitarse a los mismos; los principiantes amontonan datos al máximo pensando que de esta forma cuanto más información tengan, mayor es la probabilidad de llegar a un buen arreglo. En general ocurre lo contrario: con frecuencia se corre el riesgo de ahogarse bajo una masa de documentos e información."

Esto NO significa que el investigador evada el conocimiento cabal del problema y de la temática. Al contrario, es el conocimiento a fondo del tema lo que le permite hacer la selección adecuada de los datos. Aquí la experiencia, pero también el acceso a la

información a través de la bibliografía que se relaciona con el problema tratado, posee una importancia fundamental.

Además, y esta es una cuestión relevante, el investigador para determinar con exactitud la clase de hechos y datos que necesita, deberá diseñar una metodología de la investigación que tenga POR OBJETO PONER A PRUEBA LAS CONSECUENCIAS PARTICULARES QUE SE INFIEREN DE LAS HIPOTESIS QUE EL ESTUDIO ESTABLECIO.

El científico para lograr elaborar su metodología deberá tomar en cuenta el número y la clase de dificultades a que se enfrentará y los medios que necesita y los que tiene al alcance. Además deberá tener presente, en esta fase, que un conjunto de observaciones siempre se ajustará a más de una explicación o a más de una hipótesis, por lo que deberá someter sus resultados a pruebas de inducción y si es posible de alcance probabilístico, para determinar el grado de validez de cada hipótesis contrastada 6/.

Elaborar la metodología significa planear por anticipado el tipo de operaciones que se habrán de realizar para observar ciertos hechos, ordenarlos, clasificarlos, establecer entre ellos las relaciones existentes y si es posible identificar los procesos. En una palabra, el plan metodológico establece el o los procedimientos que se han de implementar para verificar, lo más certero que se pueda, los supuestos y de ahí responder a los objetivos. Y es que como afirma Lothar Knauth 7/:

"No existe rama del conocimiento que no dependa absolutamente de un cuerpo de observaciones verificables y básicas. Así la historia también

encuentra su valor académico en su acervo de datos".

Se sigue que proponer el plan de recolección de datos y su análisis es un asunto personal que diferirá según cada científico perciba las dificultades a que se enfrenta. Por lo tanto, esta etapa no es un simple trámite técnico y ni siquiera lógico, sino una cuestión de método. Porque debe quedar claro que los datos se encuentran inmersos en la realidad, o sea, que se hallan revueltos, confundidos, yuxtapuestos y combinados dentro de la naturaleza o la sociedad y en constante movimiento, tanto espacial como temporal. Por tanto el investigador tiene que planear CREATIVAMENTE cómo va a proceder a escoger, a separar, y recolectar los datos que necesita. El esfuerzo analítico, que es guiado por las hipótesis explícitas facilita la selección de los datos pertinentes, con la consciencia de que los procesos continúan su curso.

Lo anterior implica que el investigador debe contemplar la posibilidad de responder a sus objetivos mediante varios procedimientos y escoger de entre ellos el que las circunstancias del autor: dedicación, presupuesto, tiempo, experiencia y sobre todo las características del problema, se adecúen a los propósitos de la investigación S/.

Quizás sea interesante mencionar el siguiente ejemplo con el objeto de destacar la importancia de seleccionar adecuadamente el método, en función de las circunstancias que rodean a la problemática investigada.

En un estudio para conocer las actitudes de ejidatarios henequeneros sobre las instituciones del Estado mexicano, surgió, entre otros, el dilema de cómo debían recogerse las opiniones. Debía el encuestador usar un cuestionario, o quizás una grabadora.

La llegada del encuestador casi coincidió con el lamentable asesinato de un líder local, y ello armó una gran inquietud en toda la región. Era casi obvio que usar cualquiera de los dos procedimientos implicaba riesgos y rechazos que hubieran dado al traste con el trabajo. La solución se halló en que la entrevista con los ejidatarios debía hacerse sin cuestionario y sin grabadora. La transcripción de cada entrevista fue hecha al anochecer y con base únicamente <sup>m</sup> en la memoria del investigador.

Esta decisión conllevaba riesgos y limitaciones, pero a cambio ofrecía el único camino posible para hablar con los campesinos sin que ello se prestara a equivocaciones. El resultado creo que justificó esta falta de "ortodoxia" 9/.

A veces en la selección de los procedimientos a usarse es usual que se recurra a un sistema de verificación afín a los conocimientos, gustos o preferencias del investigador. En estos casos la instrumentación determina el tipo de problemas a resolver. Esta es una práctica común entre la gente que prefiere ciertos campos especializados. Por ejemplo E. Rudé apunta "Pero porqué (escogí) la revolución francesa?" Y responde 10/:

"En parte, supongo, porque yo había adquirido un buen conocimiento del francés; en parte porque

pronto descubrí que donde mejor podía estudiarse la clase de problemas en que llegé a interesarme eran los registros franceses de tal periodo".

A veces suele exagerarse y se acaba por creer que el mejor procedimiento para ser aplicado a cualquier clase de problema es el que mejor conoce uno. En este sentido hay que tener verdadero cuidado, ya que este paso es la antesala de la "acción", ya que es ahí donde habrá de proponerse la clase y el tipo de operaciones que el investigador habrá de seguir para observar los fenómenos y establecer su validez.

Un planteamiento incorrecto, o simplemente no adecuado a los fines del estudio puede llevarnos a un callejón sin salida. Es por ello recomendable atender a la racionalidad en el método de selección y la cualidad de dicho sistema en referencia a lo que se busca, antes de escogerlo. No está de más remarcar que se juzgaría absurdo contestar a una cuestión que pueda ser resuelta de manera sencilla, si el científico se empeña en crear un modelo cuyo virtuosismo y excelencia contraste marcadamente con el objetivo perseguido.

En términos generales, los métodos específicos a los que puede recurrir un investigador pueden subdividirse en:

a) Documentales, b) de campo y experimentales, c) estadísticos y, d) instrumentales. Mismos que se describirán en el capítulo siguiente. Cada uno de ellos tiene un número de técnicas e instrumentos, los cuales pueden o no emplearse en una investigación específica. Su selección dependería de un criterio racional y objetivo.

En este nivel, es conveniente destacar que en más de una ocasión la selección de un método acarreará dificultades con algunos miembros de la academia y colegas, sobre todo si este sistema sale de lo conocido o aceptado.

El físico Boltzmann cayó en un gran pesimismo y finalmente se quitó la vida, en parte, porque no soportó la indiferencia y desprecio de que fue objeto su teoría por parte de físicos de la talla de Mach (1838-1916). Teoría que se basa en el uso del cálculo de probabilidades para el estudio de la física de la termodinámica y que ahora es parte indispensable de dicha ciencia.

Los descubrimientos de Mendel en genética pasaron desapercibidos, durante 30 años, porque sus colegas, todavía no estaban familiarizados con las técnicas estadísticas. Munford señaló explícitamente estos inconvenientes en su propio trabajo 11/:

"La filosofía y el método subyacente a TECNICAS Y CIVILIZACION desafiaron abiertamente muchas opiniones corrientes de los estudiosos, en particular los procedimientos estereotipados que impedían valorar debidamente más de un segmento aislado de su tema y estimar los productos sociales y culturales de los desarrollos técnicos (de las culturas)".

Este fenómeno se encuentra bastante generalizado en historia, véase este otro ejemplo. Comentaba Lynn T. White 12/:

"De pronto sobresaltado, vi que mi preparación de historiador tenía alarmantes limitaciones. Se me había enseñado a leer los textos con sentido crítico, pero Kroeber [antropólogo] era un sabio que lograba reconstruir e interpretar sociedades de gran interés, que tenían pocos o ningún textos escritos".

Esta necesidad de nuevos procedimientos aparece con frecuencia cuando se incursiona en campos no explorados. En muchos casos se cubren lagunas importantes que ayudan a una mejor comprensión de la actividad humana y natural. Sigamos a White en su aproximación al estudio de las culturas por nuevos métodos 13/:

"Estaba ávido de aplicar los métodos antropológicos a las culturas letradas. Y como la relación de un pueblo con su medio depende tanto de su tecnología ...pensaba...Podría aplicarse su enfoque a la edad media?"

U obsérvese este otro ejemplo:

"En mis propias investigaciones -dice Robertson- a menudo me encuentro manipulando obras de arte y fuentes informativas que antes estaban casi exclusivamente en el dominio de los historiadores, arqueólogos, lingüistas y etnohistoriadores, no por historiadores del arte" 14/.

En las ciencias naturales y en la tecnología, y en menor medida en las ciencias sociales se presta mucha más atención al diseño de instrumentos; su ensayo y aplicación representa un campo amplísimo para resolver problemas de método y de técnicas. Se aprecia también el ahorro de trabajo, el aumento de productividad y el incremento de precisión y calidad.

Lo que debe tomarse en cuenta de los ejemplos anteriores es que muchas veces al abordar un problema, el investigador encontrará que éste no cae dentro de un campo exclusivo del conocimiento, si no en varios de ellos. Por lo mismo en ocasiones será necesario que recurra a diversos principios, teorías, leyes, conocimientos e incluso instrumentos que son de una u otra disciplina y que si

fuera necesario construirá sus propios instrumentos con tal de abordar mejor el problema. Tales dilemas no deben ser un impedimento para seguir adelante en la investigación; C. W. Mills decía que 15/:

"Formular y resolver todos los problemas importantes de nuestra época requiere la selección de materiales, conceptos y métodos de más de esas varias disciplinas ... la especialización debe hacerse de acuerdo a ese grupo de problemas y no de acuerdo con fronteras académicas".

Lo anterior implica que dentro del plan de trabajo deberá quedar explícitamente expuesto el tipo de instrumentos que se usarán (grabadoras, cuestionarios, si hacemos observaciones de tipo social; y microscopios, retortas, alambiques, péndulos, aceleradores, sopletes si se trata de fenómenos naturales), pero también el "cómo" los utilizaremos, el "dónde" lo haremos; asimismo apuntará a qué objetos someterá a observación, el "quién". es decir, la clase de personas, animales o cosas, en suma el tipo de fenómenos que serán sometidos a observación.

De lo anterior se puede afirmar que la observación tendrá como propósito ver cómo se ejecuta una tarea, un proceso, un trabajo. Y aunque cualquier persona observa, debe notarse que existe una diferencia frente a las observaciones que realiza el investigador, y es que las de éste último tienden a ser planeadas y sistemáticas, con el propósito de descubrir objetos, relaciones, procesos y hasta estructuras, que hasta donde le es posible, al investigador, son independientes de sus deseos y sentimientos 16/.

Para que las observaciones puedan ser los más homogéneas posibles, el investigador procurará que los hechos o fenómenos observados puedan ser reducidos a datos -grados de temperatura, presión en centímetros cuadrados, metros, opiniones de personas sobre un objeto, número de artículos producidos, bebés nacidos durante un periodo determinado, horas trabajadas, entre muchísimos otros-. Los datos como es evidente y con el propósito de mantener la racionalidad deben tener consonancia con la naturaleza del problema que tratamos.

En las ciencias sociales la verificación aunque se dirige hacia el contenido de las estructuras sociales e históricas no por ello es menos empírica, como afirma Wright Mills 17/: "Ese trabajo no es menos empírico que el del empirismo abstracto. En realidad lo es más. Con frecuencia más cerca del mundo de las significaciones y las experiencias de todos los días".

Los datos empíricos observados facilitarán la DESCRIPCIÓN del proceso analizado y eventualmente permitirán la formulación de una EXPLICACIÓN del objeto de estudio, lo más cercano al objeto mismo 18/. Y si se tiene suerte se efectuará un PRONOSTICO del comportamiento futuro. Pero si estos datos son transformados en cuantums de alguna clase, ellos facilitarán la observación, la comparación con otros procesos de su misma clase y proporcionarán la precisión, la exactitud y la amplitud del fenómeno investigado.

Usualmente los elementos que hemos detallado -planteamiento del

problema, objetivos, hipótesis, y plan de trabajo- se redactan y organizan en un proyecto. Este se convierte en el punto de partida del estudio. Servirá para que el investigador muestre para quien trabaja - así sea asimismo - que tiene orden y claridad y sabe lo que pretende. El proyecto tiene como función el convertirse en un instrumento que planifica el desarrollo de la investigación. Por tanto entre más acabado esté crece la certidumbre de que el investigador sabe lo que piensa hacer, aunque no esté completamente seguro de lo que espera encontrar.

Aunque pueda parecer extraño, el haber terminado el proyecto, con toda la cauda de tiempo, esfuerzo e imaginación invertido no significa que en términos formales se haya iniciado la investigación.

Así, el científico sabe que a pesar de haber pasado por sus momentos más difíciles, la investigación puede no llevarse a cabo. Una falta de fondos, un cambio de planes o líneas de investigación de su centro de trabajo, la pérdida de interés por parte de sus clientes también puede ser causa de que la investigación termine aquí.

Un investigador con alguna experiencia tiene en su haber más de un proyecto guardado sin esperanzas de llevarse a efecto. Lo único que queda al científico es volver a intentarlo de nuevo, con la esperanza de tener más suerte la próxima vez. Puede decirse que estos pormenores, un poco amargos, a veces, son parte de los gajes del oficio.

Mas supóngase que el investigador corre la suerte de que su

anteproyecto sea aprobado y cuente con los recursos suficientes, entonces, a partir de ese momento se empezaría lo que usualmente se conoce como un proceso de investigación. Su tratamiento será el objeto de los siguientes capítulos.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 50
- 2.- Max Planck. A DONDE VA LA CIENCIA? pp. 68-69.
- 3.- Wright Mills. LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. p 140.
- 4.- Morris Cohen y Ernest Nagel. INTRODUCCION A LA LOGICA Y...p. 18. Hempel concuerda con esta apreciación sobre esta función de las hipótesis: "Esas hipótesis determinan, entre otras cosas, cuál es el tipo de datos que se han de reunir en un momento dado de una investigación científica" FILOSOFIA DE LA CIENCIA...p. 30.
- 5.- Roland CaudeCOMO ANALIZAR UN PROBLEMA. p. 39. Metodólogos como Cardoso incurren en el error de recomendar al investigador que se atiborre de información en la etapa de recolección de datos: "Procédrese utilizar TODOS los instrumentos de trabajo disponibles" (subrayado mio) LA HISTORIA COMO CIENCIA pp. 30-32.
- 6.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. p. 247. Planch planteó algo similar al afirmar que: Es necesario construir mentalmente una hipótesis teórica y someterla a la prueba de las mediciones experimentales. He aquí la causa de que ciertas investigaciones tengan un significado a la luz de una teoría, pero no a la que irradia otra. Y así ocurre muchas veces que la significación de un problema cambia mucho, si se modifica la teoría a cuya luz se planteó. A DONDE VA LA CIENCIA. p. 101.
- 7.- Lothar Knauth. PROGRAMA DE ... p. 15.
- 8.- Véase a Luis Duarte. DISEÑO DE UN... pp. 30-32.. Existen opiniones "metodológicas" que consideran que la selección del método pertinente tiene una relación directa con la teoría a la cual el investigador se adscribe. Esto puede considerarse una inhibición metodológica y una desviación de lo que debería ser una buena actitud científica en esta etapa, ya que implicaría que lo que se busca es corroborar a como de lugar nuestra ideación. Afirma Alonso "Cada perspectiva científica sociológica ha creado una metodología adecuada para obtener los fines exigidos por sus planteamientos teóricos." metodología. P. 8. La razón que esgrime es que las técnicas escogidas deforman al objeto de estudio. p. 14. Sin embargo, el propio autor tiene sus inconsecuencias pues finalmente al carecer de alternativas metodológicas

contenta finalmente con reconocer: "Los sociólogos interesados en el cambio social estructural pueden acudir a tales técnicas (gracias) después de insertarlas en el contexto teórico y metodológico adecuado". p. 138. Lo que no dice él es cómo y quién sancionara religiosamente el uso "correcto" de esos métodos y técnicas tan peligrosos.

9.- Véase EUAN: MACROPROBLEMAS Y MICRODESARROLLO. De Alfredo de la Lama, la parte dedicada al método. p. 12-27.

10.- Elliot Rudé "El rostro cambiante..." L.P. Curtis en EL TALLER... p. 207.

11.- Lewis Mumford. TECNICA Y CIVILIZACION. pp. 16-17.

12.- Lonn White. "Historia y clavos de herraduras". En L.P. Curtis. EL TALLER DEL...p. 73.

13.- IDEM.

14.- Donald Robertson "Clío en el nuevo mundo" en L.P. Curtis. EL TALLER DEL... p. 124.

15.- W. C. Mills . LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. p. 156.

16.- John D. Bernal. LA CIENCIA EN LA... p. 47.

17.- Wright Mills. LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. p. 139

18.- Mario Bunge. LA CIENCIA. SU METODO...p. 21.

CUARTA PARTE.

LA ACCION.

CAPITULO 1.

### LOS METODOS ESPECIFICOS EN LA INVESTIGACION.

El método, es decir, la manera planificada como los individuos proceden en la ciencia, ha desarrollado varios caminos específicos para resolver los problemas de la investigación que genera la ciencia empírica.

Si con el método general diseñamos el "puente", entre nuestras ideas y la realidad, con los métodos específicos planteamos el material necesario para tender ese "puente". De esa manera el investigador podrá poner a prueba sus explicaciones, expuestas en las hipótesis, frente a los hechos que observará.

Estos métodos particulares pueden dividirse, atendiendo a las características de los instrumentos y técnicas que se utilizan para observar los hechos, en las siguientes categorías: 1) documentales; 2) de campo y experimentales; y, 3) instrumentales.

Debe tenerse presente que estos métodos tienen una característica en común y es que todas sus operaciones y técnicas son susceptibles de verificarse, es decir, que pueden replicarse por otros investigadores con similares capacidades técnicas. Ningún procedimiento que no pueda replicarse es aceptado como método por la ciencia empírica para la realización del análisis de una investigación.

Por otra parte cabe mencionar que estos métodos específicos están

en constante desarrollo, ya que las mismas investigaciones, impulsan el desarrollo de nuevas perspectivas científicas y novedosas técnicas e instrumentos.

1.1 EL METODO DOCUMENTAL.

La investigación documental parte del principio de que los fenómenos acontecidos han sido consignados de alguna manera en evidencias escritas y gráficas. Dichas pruebas pueden ser de dos tipos atendiendo a su origen; directas e indirectas.

Una investigación documental se considera más valiosa si el investigador se remite a los datos que son más directos en relación al fenómeno estudiado. P. ej. un estudio de una revolución sería más apreciado por el nuevo conocimiento que aporta sobre los fenómenos estudiados si en el análisis recurriera a los datos históricos registrados en esa fecha - correspondencia, bitácoras, censos económicos y sociales, etc.- como su principal fuente de información. En cambio, si recurriera a información a través de citas de otros estudiosos el trabajo sería sólo una ratificación de lo ya expuesto.

Dentro de la investigación documental directa existen también grados de originalidad, ya que un estudio lo es más que otro, si el primero recurriera a fuentes de información desconocidas hasta ese momento. Ello estaría en relación al descubrimiento de nuevos archivos, correspondencia, mapas o estadísticas, incluso la decisión de dedicarse a nuevos temas. Ello permite aportar novedosas facetas al conocimiento hasta entonces aceptado.

Otro tipo de investigación documental más humilde consiste en utilizar sólo bibliografía secundaria, es decir, libros donde se consignan opiniones de otros autores del tema investigado. Aunque pueden existir novedosas interpretaciones, en estos casos, es claro que el esfuerzo y la originalidad son limitados, en comparación a los otros tipos de investigaciones.

Esta última forma de investigar es la más socorrida por la gente que se acerca por vez primera a las labores de investigación científica. Su objeto es demostrar que se sabe lo que se sabe, más que aportar nuevos conocimientos de los fenómenos.

En las ciencias naturales, la investigación documental permite establecer los antecedentes materiales del tema en cuestión 1/, no representa de por sí un estudio acabado, mas bien, demuestra la amplitud de nuestro conocimiento sobre dicho tema. En cambio, en varias disciplinas de las ciencias sociales y en particular en historia y a veces en economía el análisis documental suele ser el centro de la investigación.

Las técnicas utilizadas por este método se conocen con el nombre de bibliográficas y en ellas se registran, por lo menos, los elementos indispensables para localizar el dato que el investigador utilizó. Esto con el fin de asentar la posibilidad de verificar críticamente el material usado.

Estimo que no es necesario repetir aquí el arduo trabajo de describir las variadas técnicas bibliográficas 2/, sin embargo, vale la pena señalar algo que es común que los metodólogos omitan. Hago referencia al sentido que tiene para el investigador

realizar este tipo de minuciosas operaciones.

Para las personas que tienen poca experiencia en investigación, muchas veces estas exigencias son vistas como una excentricidad que carece de sentido. A veces ni los mismos expertos en estas técnicas tienen claridad sobre lo que se busca, y dan demasiada importancia al detalle y omiten el sentido que tienen para la investigación estas técnicas. La explicación de porqué se elaboran bajo ciertas directrices las fichas, consiste, en primera instancia, en hacer patente la intención crítica del investigador. Ello quiere decir que cualquier dato o información que fue rescatada de cualquier fuente debe hacerse pública, de tal manera que la verificación pueda jugar un papel crítico decisivo en el momento de revisarse la obra.

Nada hay tan sospechoso en una obra que la presentación de inciso tras inciso, idea tras idea, sin que exista referencia alguna. Como si lo expuesto no hubiera sido pensado o al menos sospechado o intuido antes, aunque fuera de una manera indirecta. La pretendida originalidad entonces no es otra cosa que un caso típico de chapuza. Por eso mismo debería ponerse en duda la actitud crítica del investigador ya que lo que éste pseudo científico pretende es hacer creer que su originalidad se encuentra en sus procedimientos, y que éstos sólo son accesibles a los iniciados.

La originalidad del análisis no se encuentra en místicos procedimientos no replicables, sino en el hecho de que la respuesta encontrada es capaz de ser probada en los hechos y

sujeta al examen crítico verificativo de otros colegas. Afirma Onofre Rojo en este sentido 3/:

"El conocimiento científico tiene como sustento la experiencia directa del hombre, quien parte de la relación práctica con los objetos y los procesos que le rodean, se adquiere por procedimientos metódicos especiales; es repetible, verificable y abierto a la comparación y crítica de otros individuos."

Cabe explicitar que la validez de los datos en una investigación documental poseen un valor que no es constante. Cada dato tiene un valor que depende de quién lo registró y cómo se obtuvo. Las fichas son el soporte básico del informe final y como la construcción de fichas y la elaboración del informe no son simultáneos, el científico debe estar seguro que cuando elabore el informe, los datos de las fichas deben reflejar correctamente su origen. Únicamente así puede garantizarse que el informe pase una verificación crítica de sus fuentes.

Otro elemento dentro de la investigación documental es la recopilación de datos cuantitativos. Lo más recomendable en estos casos es que la redacción sea sustituida por cuadros y que éstos a su vez sean sustituidos por diagramas, círculos, gráficas, entre otros. El sentido básico de los cuadros o gráficas es simplificar el problema tratado 4/. Un cuadro incomprensible o demasiado cargado es difícil de leer aun para gente conocedora del tema. En estos casos el registro de la fuente también es vital. Un cuadro sin su correcta referencia es lo mismo que una nota bibliográfica sin autor, es decir, carece de valor verificativo.

A juzgar por la mayoría de los manuales metodológicos en esto reside y aquí concluyen los secretos de la investigación documental. Existe, sin embargo, una serie de instrumentos relativamente nuevos que están expandiendo de manera inusitada las posibilidades de la investigación documental y no sólo de la investigación de campo, experimental y/o estadística. Estas innovaciones, al mismo tiempo permiten acelerar los procesos de análisis. Se hace referencia a la cibernética, que gracias al desarrollo del "software" o programación computable ha abierto enormes posibilidades que están a la espera de los innovadores, de los "hombres de frontera".

Aunque el autor posee una limitada experiencia en esta Área, considera deseable difundir estas posibilidades, que permitirán acelerar el trabajo de investigación y hacerlo más ordenado y sobre todo más sistemático. Inicialmente debe aclararse que la simplificación de las máquinas computadoras hace deseable que el investigador desarrolle la habilidad de escribir a máquina. Ello es conveniente porque la interacción entre el investigador y la máquina será directa, en tanto que si recurre a la secretaria o al programador se verá privado de la posibilidad de manipular directamente las diversas posibilidades que ofrecen los procesos cibernéticos 5/.

El primer punto que se debe destacar es que una computadora no es igual y ni siquiera semejante a una máquina. Lo primero que llama la atención es que mientras una máquina desarrolla una sola función, verbigracia una máquina de escribir, sólo hace esa

función, una calculadora suma, resta, multiplica y divide. En cambio, una computadora eventualmente puede desarrollar muchas funciones. Puede comportarse como una máquina de escribir, pero también como un gran archivo, como una calculadora, como un dibujante, un proyectista o inclusive como un simulador entre otras muchas variantes.

Para la investigación estas posibilidades son extraordinariamente atractivas. Por ejemplo en la documental existe el problema de que su material básico son las fichas de diverso orden. En este caso quizás lo más conveniente sea recurrir a un programa llamado "base de datos" 6/. Gracias a este programa es posible abrir varios archivos. El primero conservaría a la bibliografía utilizada. Pero al momento de escribirla se tendría la ventaja de que se podría clasificarla en, por ejemplo, por autor, por título y por tema. De esta manera se ahorraría el triplicar las fichas.

Para la elaboración de las fichas de resumen, de contenido etc. se podría abrir otro archivo que podría clasificarse en autor, título del libro, tema y subtema. De esta manera el investigador podría escribir ficha tras ficha sin el temor a traspapelar su información. se ahorraría además el trabajo físico de archivar sus notas, aunque el investigador se obligaría a planear con mayor cuidado su proyecto para evitar clasificar erróneamente su información.

En el caso de que los datos sean numéricos, la recopilación se hace en otro programa llamado "hoja de cálculos" en él no sólo se apuntan los datos cuantitativos, sino que tiene la facilidad de

aceptar algunos textos que permiten identificar la fuente y apuntar el encabezado de los cuadros. Además tiene la ventaja de que si el investigador desea realizar algunas manipulaciones matemáticas únicamente tiene que apuntarlas a base de variables, de tal manera que la máquina automáticamente realizará todas las operaciones con sólo darle el valor específico de cada variable involucrada 7/. En dado caso existe otro programa que puede transformar esos datos cuantitativos en una gráfica, ya sea de barras, pastel, o líneas continuas 8/. Existen programas y editores mucho más sofisticados, los llamados "plotter" pero por el momento basta con señalar las posibilidades de los sistemas más sencillos para tener una idea de las posibilidades que encierra el uso de estos instrumentos.

## 1.2 LOS METODOS DE CAMPO Y EXPERIMENTAL.

La observación en un estudio de campo y uno experimental presentan grados mayores de control sobre el objeto de estudio que el documental.

LO QUE ESPECIFICA AL ESTUDIO DE CAMPO ES QUE SU PLAN DE ACCION CONTEMPLA LA OBSERVACION DIRECTA DE LOS FENOMENOS, DE LOS SITIOS DONDE ELLOS SE PRODUCEN. Su limitante resulta de su imposibilidad de tener un control de las variables que afectan a los hechos .

Dice Anguera que 9/: "La observación se convierte en técnica científica en la medida en que:

- 1) Sirve a un objetivo ya formulado en investigación.
- 2) Es planificada sistemáticamente.
- 3) Es controlada y relacionada con proposiciones más generales en vez de ser presentadas como una serie de curiosidades interesantes.
- 4) Esta sujeta a comprobaciones de validez y fiabilidad."

Las técnicas a que se pueden recurrir son los levantamientos de censos y de muestras, tanto de personas, como de otro tipo de seres vivos y aun de materiales. Existen también otras aproximaciones como es la historia clínica, es decir, el estudio de un caso de manera exhaustiva, las observaciones dentro de grupos pequeños etc. Implica, en ciertas circunstancias, el diseño y uso de nuevos instrumentos, cuestionarios, entre otros que requieren a su vez que se encuentren validados. En la mayoría de los casos las evidencias encontradas se someten a diversas técnicas de codificación y tabulación. Estos análisis deberían limitarse a tratar de probar si existe algún fundamento para creer que las suposiciones propuestas corresponden a los hechos observados o los valores esperados.

Los errores más frecuentes en el análisis consisten en realizar nuevos y variados cruces entre los indicadores, con el propósito de probar fortuna. En otras palabras, el investigador se lanza a "a ver qué encuentra". El problema principal reside en que la posibilidad de combinar preguntas pronto se vuelve incontrolable. Si, por ejemplo, se hizo una encuesta que contenía cuatro preguntas, entonces, existirían seis combinaciones posibles. Si son cinco preguntas, las posibilidades

combinatorias serían 10, si son seis preguntas las combinaciones llegarían a ser 15, etc.. Y si se considera que muchas encuestas tienen un número mayor de preguntas se entenderá que el investigador pueda quedar abrumado por la información obtenida. Esta es una de las limitaciones de la ingenua postura empirista, que primero recoge datos y después trata de encontrar algo que valga la pena.

Los análisis pueden ser de tipo químico, estadigráfico, morfológico, si por ejemplo se refiere a datos de orden biológico, arqueológico o histórico; o si se trata de un estudio sociológico, o económico se recurriría a entrevistas de diverso tipo, tabulaciones, codificaciones de opiniones, de edades, etc..

En el método de trabajo de campo también es posible distinguir grados de originalidad, que se establece en relación con el instrumento con que se recogen los datos: 1.- si éste es construido por el mismo investigador, y 2.- si el instrumento es copia de otro que ya ha sido utilizado. La originalidad, también, tiene que ver con el tipo de problema a analizar. Ya sea poco o muy estudiado. Kuhn señala al respecto que los problemas muy estudiados son preferidos cuando el paradigma se encuentra consolidado y no registra impugnaciones. En este caso la investigación que busca la precisión se impone 10/:

"El paradigma es raramente objeto de renovación, es un objeto para una mayor articulación y especificación en condiciones nuevas o más rigurosas dado que originalmente el paradigma sólo tiene más éxito que sus competidores para resolver unos cuantos problemas, que el grupo ha llegado a reconocer como agudos. Los otros problemas ni siquiera se ven" .

Aunque pueda parecer un exceso de especialización, debe recordarse que en ocasiones esas minucias en la precisión provocan desgarramientos en el tejido del modelo teórico y dan pauta a nuevas explicaciones y teorías revolucionarias.

La ciencia de la Economía Política naufragó ante la incapacidad de despojarse del principio maltusiano de la población. Su superación a través del supuesto del ejército industrial de reserva trajo consigo el desarrollo del modelo marxista.

El interés por explicar un fenómeno subsidiario, el éter, dio origen a la revolución de la física relativista. El éter era una hipótesis auxiliar a la que tuvo que recurrir I. Newton para explicar algo que en verdad resultaba muy difícil de creer! Que la atracción entre planetas, como entre objetos era automática, es decir, no se propagaba. El éter era una sustancia volátil, transparente y sutil que servía de enlace a la materia dentro del vacío.

En el experimento a diferencia de los otros métodos, los fenómenos observados son reproducidos voluntariamente mediante procedimientos específicos y sus variables son identificadas y algunas controladas.

El grado de control es por tanto el concepto clave que sirve para identificar las características de una investigación. Entre mayor control existe mayor seguridad de que las variables independientes efectivamente afectan a las dependientes.

## 1.3

## METODOS INSTRUMENTALES.

En principio, los instrumentos básicos para realizar alguna observación de los fenómenos que rodean al hombre se halla en sus sentidos. Sin embargo, gran parte de la historia del método moderno y contemporáneo está íntimamente ligado al desarrollo de instrumentos artificiales creados por el ser humano. En la actualidad la mayor parte de los experimentos y las observaciones prefieren hacerse con la ayuda de técnicas e instrumentos que permiten controlar mejor el fenómeno sujeto a estudio 11/.

El investigador que recurre a algún tipo de instrumento para llevar adelante su investigación, lo hace por razones prácticas, es decir, porque tienen ciertas ventajas frente a la observación sin instrumentos. Estas ventajas son:

- 1.- los instrumentos permiten establecer mejores condiciones en la labor de ordenación y clasificación de los datos que se recogen. Además, facilitan la labor de control y de homogeneidad. Con ello se favorece el logro de la sistematicidad, uno de los valores fundamentales del método científico;
- 2.- la replicabilidad de las observaciones también se facilita, ya que el instrumento debe ser dado a conocer a otros colegas para facilitar la identificación de los patrones de procedimiento que se emplearon para registrar los hechos observados;
- 3.- los instrumentos además facilitan el registro constante y homogéneo de los fenómenos sujetos a observación;
- 4.- el instrumento facilita la medición y el registro de elementos que, a veces, sobrepasan la capacidad de los sentidos del ser humano, y por tanto detectan fenómenos para los cuales

ninguno de los sentidos humanos está adaptado para detectar;

5.- el instrumento para cumplir con su condición debe ser capaz de evitar cualquier interacción con el objeto observado, o si ello fuera imposible, permitir que esa reacción sea despreciable o al menos calculable.

Los instrumentos particulares tiene por lo general un solo tipo de uso, aunque en ocasiones suelen tener varias funciones. Con base en su utilidad, los instrumentos se pueden clasificar como de a) observación, b) medición, c) detección, d) control y e) registro.

La selección de o los instrumentos que se emplean en una investigación dependen de las especificidades del problema, de las características de las hipótesis y variables involucradas, así como, los recursos y experiencia del investigador. La selección, por tanto, no es producto de una decisión técnica o una elección mecánica y obvia. El investigador hace la selección de los instrumentos y técnicas como resultado de una reflexión metodológica. En esta etapa se evalúa lo que se considera más conducente para coronar con éxito la investigación.

El científico para realizar esta labor con eficacia debería tener amplios conocimientos en su campo y una considerable experiencia en torno a los aparatos existentes. Esta práctica incluiría conocimientos en sus principios de operación y sus limitaciones, la disponibilidad y costos de equipos. Asimismo, debería conocer las diferentes técnicas para medir una misma variable, así como las ventajas y desventajas de los aparatos en

su aplicación en condiciones específicas. A veces, el propio investigador deberá diseñar sus propios instrumentos. Para lograr ello, es necesario conocer de antemano las funciones que se esperan que el aparato realice. A partir de su uso se definirían las especificaciones, tales como tamaño, precisión, rango de error y materiales a usar.

Cuando existen varios instrumentos para realizar un mismo trabajo, la decisión de cual usar se sustenta en los siguientes criterios:

- 1.- Sensibilidad. Es decir, que la selección depende del grado de precisión que se desee encontrar.
- 2.- Rango. O sea que, la elección tomará en cuenta los límites máximos y mínimos en que opera cada aparato.
- 3.- Linealidad. Ello significa que el investigador deberá tener preferencia por el aparato que tenga la relación más directa entre la señal de entrada y la de salida. Entre más directa sea, la precisión de la medición aumenta.
- 4.- Exactitud. El científico tomará en cuenta el grado de precisión que necesitan sus resultados, es decir, el nivel de aproximación de una lectura con respecto al valor real. No está de más señalar que se juzgaría insensato elegir un aparato de gran exactitud cuando la medida sólo necesita una aproximación burda.
- 5.- Precisión. Es la mínima división en la escala del instrumento ,y los criterios de selección están íntimamente relacionados con el apartado anterior.

Una vez pasada la etapa de selección del instrumento, aparece la necesidad de utilizar el mismo. El investigador tiene que tener presente, además de saber utilizar el instrumental, que su uso puede acarrear una serie de perturbaciones que de no preverse podrían invalidar las observaciones efectuadas. Las perturbaciones pueden dividirse en varias categorías de acuerdo al tipo de error que se produce. El error podría ser definido en este caso como la diferencia que existe entre el valor observado y el valor real.

Los errores producto de la naturaleza del objeto estudiado se denominan errores estocásticos. Estos se observan en el momento de repetir la medida y producir valores diferentes. Se soluciona este "error" mediante la aplicación de técnicas estadísticas, como los promedios, la media, el error estadístico etc..

Otro tipo de error es el denominado error sistemático. Este error afecta a todas las medidas de manera semejante o igual, su causa es permanente. ello obedece a una mala calibración del instrumento, un error en la escala, es decir, en la aproximación, o bien puede deberse a una incorrecta observación.

El error aleatorio es aquel que se produce por la combinación de múltiples errores parciales, como es exceso de fricción, chicoteo, vibraciones, entre otros.

Si se exceptúa al error estocástico, las causas que originan los errores se pueden deber a tres factores: a) al descuido o falta de experiencia de la persona que efectúa la medición. Su

repetición suele revelar el lugar donde se produce. b) A una incorrecta lectura. Aquí cabe mencionar entre estos errores, al de paralaje. c) Error cometido debido a limitaciones instrumentales, es decir, que depende de la calidad del instrumento con el que se efectúa la observación. d) A la influencia de factores exógenos al experimento, es decir, que se presentan errores debido a la presencia de variables no controladas que no estaban contempladas.

En la ciencia contemporánea se acepta que las únicas medidas exactas son aquellas que se derivan del conteo digital, por ello, se ha desarrollado una teoría sobre la medición que permite cuantificar el error y establecer el rango de certidumbre de los datos obtenidos.

En las ciencias sociales, a pesar de que la cantidad y variedad de instrumentos es mucho más limitada, los errores producto de su aplicación también están presentes. La falta de entrenamiento en los entrevistadores, por ejemplo, puede producir desviaciones que más tarde son muy difíciles de corregir.

No debemos dejar de mencionar un prejuicio muy común entre los filósofos de las ciencias sociales, y es el creer que por el hecho de que los investigadores sociales profesen diversas concepciones teóricas y filosóficas deben de desarrollar métodos y técnicas y su corolario: conocimientos, diametralmente opuestos. Llegan dado el caso a afirmar que el investigador no observa los fenómenos, sino que los "construye". Estos filósofos

ponen como ejemplo que diferentes cuestionarios para observar un mismo fenómeno ofrecen resultados distintos. Afirman, en un plano más específico que las preguntas formuladas, esto es, los ítems elaborados por investigadores de una u otra ideología recogen datos diferentes. Así lo afirma Michel Lowy, "¡Como si la elección de las preguntas no impusiera en gran parte las respuestas mismas!" 12/.

Con las justificaciones anteriores se intenta ilustrar parte de la diferencia entre las ciencias naturales y sociales, a ~~o~~ juicio *de Lowy* insalvable. Para refutar esta argumentación es necesario entender las características y función de los instrumentos.

El investigador empírico, natural o social, reconoce que dos tipos diferentes de instrumentos pueden ofrecer observaciones ~~distintas~~, en dos sentidos: a) porque cada instrumento detecta fenómenos ~~distintos~~ *diferentes* o b) porque uno es más preciso que el otro. Ello se debe sencillamente a las características y calidades específicas del instrumento en cuestión y no a oscuros o claros designios ideológicos.

Una verificación crítica para decidir cuál de los dos instrumentos en disputa es mejor puede proceder mediante tres tipos de prueba:

a) La estadística, que permite determinar el promedio y el error o desviación de los datos registrados por ambos instrumentos. La diferencia en el grado de dispersión de los datos de un instrumento frente a otro permitirá evaluar la calidad de ambos instrumentos y aun la experiencia del

investigador en el diseño de los mismos.

b) Debemos recordar que si los datos observados son diferentes surge entonces el problema de la linealidad. La pregunta metodológica que se debe responder es la siguiente: ¿Cuál de las series de datos recogidos tiene relación más directa con el problema estudiado? Entre más directa sea esa relación la observación, posiblemente, será más precisa. Este criterio de racionalidad es el menos preciso de los tres, dado que siempre se puede afirmar y, a veces, con razón que en ciertas circunstancias una excesiva linealidad desvirtúa las observaciones debido a la influencia de alguna variable no contemplada.

c) La última prueba y acaso la más importante es observar cuál de los pronósticos formulados, sobre el futuro comportamiento del proceso analizado, por ambos investigadores, se cumple con mayor precisión estadística en la realidad.

De nuevo es la actitud crítica para probar la validez de las conjeturas puestas a prueba lo que permite al investigador científico evaluar cuál de los supuestos puestas a prueba coincide en mayor medida con los hechos observados.

Los instrumentos son pues una parte de la investigación científica de la cual difícilmente se puede prescindir. En la medida que la investigación se apoya en ellos, se incrementa la posibilidad de hacer mediciones más precisas y exactas, efectuar comparaciones más objetivas y por tanto de formular teorías con un mayor grado de certidumbre.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

1.- D.C. Baird. p. 19.

2.- Entre los variados manuales que hacen esta descripción puede mencionar a: Guillermina Baena. MANUAL PARA ELABORAR TRABAJOS DE INVESTIGACION DOCUMENTAL. pp. 33-68. Carlos Bosch. LA INVESTIGACION DOCUMENTAL. pp. 18-32. Judith Licea. LA FICHA BIBLIOGRAFICA. Felipe Pardiñas. METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION EN CIENCIAS SOCIALES. pp. 32-38. Alfredo Tecla y Alberto Garza. TEORIA, METODOS Y TECNICAS EN LA INVESTIGACION SOCIAL. pp. 35-46.

3.- Onofre Rojo. "La magia y la ciencia: falsabilidad y hermetismo" en REVISTA DE LA EDUCACION SUPERIOR. # 62. p 119.

4.- La falta de claridad con respecto al sentido que tienen los recursos gráficos se puede sintetizar en el manual de Alfredo Tecla ET ALL. Ahí se expone un apartado de gráficas donde sin ninguna advertencia aparecen cinco de ellas, sin ninguna explicación de su utilidad o su sentido. TEORIA, METODOS... pp. 95-99.

5.- Esta tesis se escribió en una computadora: la TELEVIDEO PORTABLE MODEL TPC II S/D.

6.- Existen muchos programas de base de datos, se puede mencionar, por ejemplo, a TELE DBMS-PC.

7.- Un programa versátil puede ser TELECALC-PC.

8.- FAST GRAPH es un programa muy cómodo para hacer una gran variedad de gráficas sin necesidad de cambiar la impresora común y corriente.

9.- Teresa Anguera. METODOLOGIA DE LA OBSERVACION EN LAS CIENCIAS HUMANAS. p.21.

10.- Tomas Kuhn. LA ESTRUCTURA DE LAS... p.156.

11.- Este apartado se basa principalmente en la monografía de Leonor Pinelo Baqueriza. METODOS INSTRUMENTALES. mimeo.

12.- Michel Lowy y otros. "Objetividad y punto de vista de clase en las ciencias sociales"/. En SOBRE EL METODO MARXISTA. p. 17.

LA FUNCION DE LAS DISCIPLINAS FORMALES EN LA  
INVESTIGACION CIENTIFICA.

Es necesario que el lector se percate previamente que en este capitulo se establece una distinción tajante entre dos tipos de conocimientos, que son esencialmente diferentes: las disciplinas formales y la ciencia empirica.

Las disciplinas formales no se comprueban por lo que acontece en el mundo fáctico. Aunque sus orígenes pueden rastrearse en algunos problemas que se planteó el hombre cuando quiso entender a la naturaleza. Cuando estos conocimientos se formalizaron sufrieron una radical separación de los hechos y fenómenos que acontecen. Gracias a este proceso, para estas disciplinas su criterio de verdad se sustenta únicamente en la potencia de la lógica deductiva empleada en ella. Su limitante se encuentra en que el conocimiento que aporta se halla contenido en sus premisas, por lo que es incapaz de aportar nuevas explicaciones de los fenómenos naturales o sociales.

Al proceso de la comprobación formal se le conoce también como deducción o inferencia por deducción, y su mecánica es aproximadamente la siguiente. Se parte de principios o axiomas que por su sencillez y obviedad se les acepta como verdades evidentes por sí mismas. apunta Albert Dov con referencia a las matemáticas 1/:

"El primer elemento fundamental y primera

determinación de la esencia del método matemático desde su creación por los griegos, hay que ponerlo en esa manera típica y peculiar de llevar el razonamiento de carácter exclusivamente inteligible, que obliga al asentamiento de unas verdades atemporales, fuera del espacio y extrahamente universales".

Luego, paso a paso, se desarrollan las consecuencias o inferencias lógicas hasta llegar a la formulación de un teorema. Los ejemplos más conocidos son las construcciones teóricas de la geometría euclidiana. El matemático Alexandrov viene a corroborar esta forma de hacer válido un conocimiento formal 2/:

"La necesidad de demostrar los teoremas es ya normal en la geometría ... Y se extiende a toda la matemática. Podríamos medir los ángulos de la base de miles de triángulos isóseles con extrema precisión, pero ese procedimiento NUNCA nos daría una demostración matemática del teorema que dice que esos dos ángulos son iguales. La matemática pide que este resultado se deduzca de los conceptos fundamentales de la geometría, conceptos que teniendo en cuenta el hecho de que la geometría de nuestros días está desarrollada sobre una base rigurosa, se hallan formuladas con toda precisión en los axiomas. Y así en todos los casos."

Ello no quiere decir que no puedan ser utilizadas por las ciencias fácticas, el álgebra, por ejemplo tiene aplicaciones muy amplias. lo mismo que otras disciplinas formales, como la lógica de conjuntos, la geometría de más de 180 grados, la teoría de probabilidades, el cálculo diferencial e integral, la lógica-matemática, la trigonometría, la geometría analítica entre otras disciplinas pertenecen a esta categoría.

Los errores en estas disciplinas, si existen, son resultado de una omisión o alguna inconsistencia en las operaciones lógicas que se realizan para elaborar las inferencias correspondientes. A diferencia de las ciencias empíricas no es necesaria una

correspondencia con lo que acontece en la realidad. Sus resultados tienen el valor de verdad. Afirma Alexandrov que 3/:

"Los resultados de la matemática se distinguen por su alto grado de rigor lógico, y los razonamientos matemáticos se desarrollan con una minuciosidad tal que lo hagan incontestable y convincente para todo el que lo entienda." «Sin embargo, esos resultados no informan nada nuevo que no esté implícito en los axiomas de los cuales partió.»

En el caso de las ciencias empiricas, en ocasiones, su grado de desarrollo y abstracción les permite intentar hacer teorías, estas son abstracciones de la realidad que contienen una serie de leyes, conceptos y categorías que pueden alcanzar hasta una forma de expresión lógica o matemática. De estas teorías se derivan o infieren una serie de hipótesis, algunas de ellas pueden ser sometidas a verificación empirica. Alexandrov destaca esta notable diferencia entre la acción del científico empirico y el matemático 4/: "El científico de la naturaleza experimenta constantemente para demostrar sus aseveraciones, el matemático emplea sólo razonamientos y cálculos". El resto de la estructura de la ciencia empirica debe ser sometida a la comprobación lógica para demostrar que su estructura posee la consistencia requerida.

El hecho de que en la ciencia empirica también se elaboren inferencias, a veces, por medios matemáticos y lógicos, puede dar la falsa impresión de que estas ciencias pueden establecer una teoría a base únicamente de hacer buenas inferencias deductivas. Este planteamiento resulta incompleto, pues, si bien es requisito NECESARIO una correcta concatenación lógica dentro del proceso de investigación para hacerla consistente, es INDISPENSABLE que los hechos corroboren las consecuencias que se infieren de las

hipótesis resultantes de la teoría 5/. Sólo la verificación es capaz de hacer válida una teoría empírica.

La verificación para cumplir con su papel en las ciencias empíricas hace uso de la lógica deductiva, pero requiere de otra forma de lógica, la inductiva, esta última conduce a conclusiones nuevas, no contenidas en las premisas, es decir, en las hipótesis o los axiomas. Su limitante consiste en que sus resultados deben ser tomados como hechos de probable ocurrencia, antes que conocimientos definitivos 6/.

Por sus características las disciplinas formales pueden influir de manera destacada en los procesos de investigación a través de dos caminos: a) ya sea como representaciones de lo que acontece en algún sector de las ciencias naturales o sociales, y b) como instrumentos que facilitan la operación y la observación de los hechos. En ambos casos su uso es muy difundido y vale la pena describir sus cualidades así como sus limitantes.

La investigación matemática ha desarrollado diversos instrumentos que permiten abordar, explorar y aun simplificar muchos problemas de índole natural y aun social, todos ellos se pueden agrupar en un gran concepto denominado MODELO. La fundamentación de la modelación se sustenta en la idea de que es posible reproducir de manera más simplificada, el comportamiento o las características del fenómeno investigado. Los principios básicos lo ofrecen la teoría de la semejanza y la teoría de las dimensiones. Dice la Academia de Ciencias de la URSS y la de Cuba que 7/:

"El desarrollo y la generalización de los procedimientos técnicos experimentales de la modelación tuvo que ver con el perfeccionamiento de la teoría de la semejanza y la elaboración de la teoría de las dimensiones ... La teoría de la semejanza tiene como premisa básica la afirmación de que dos fenómenos son semejantes cuando por medio de la característica de un fenómeno se puede obtener la característica de otro .. Estas semejanzas se logran a base de analogías, las cuales poseen propiedades reflexivas y transitivas aunque no necesariamente simétricas".

George Kirr afirma al respecto 8/ que el concepto de analogía introdujo una relación de equivalencia. Por ello el sistema viene a ser un representante (modelo) formal (matemático) de una determinada clase de equivalencia (el Isomorfismo). Debe hacerse la aclaración de que esta equivalencia sólo tiene un valor hipotético, sujeto a que el experimento confirme o rechace dicha analogía.

Por ello el modelo matemático como cualquier otro, puede constituirse en un objeto que sustituye con cierta precisión al original en una o varias relaciones determinadas. Las magnitudes reales son sustituidas por conceptos matemáticos, por valores constantes y variables y por funciones. Ello implica una abstracción de todas las demás propiedades de los objetos. Alexandrov apunta que 9/:

"Las abstracciones de la matemática ...tratan fundamentalmente de las relaciones cuantitativas y formas espaciales, abstrayéndolas de todas las demás propiedades de los objetos".

Esta característica de los modelos hace necesario que el investigador tome en cuenta que los resultados obtenidos por la manipulación del modelo se refieren antes que otra cosa al comportamiento del propio modelo antes que al fenómeno observado. OLVIDAR ESTA LIMITANTE puede conducir al investigador a creer que

trata directamente con el fenómeno y no con su modelo. Tal como sucedió a los investigadores de la teoría cuántica, frente al teorema de J. Von Neumann (1932) el cual declaraba la imposibilidad de completar de modo causal la mecánica cuántica y que tuvo el efecto práctico de proscribir el tema de las variables ocultas en ese campo. El teorema de Von Neumann, correcto matemáticamente, no era aplicable desde el punto de vista físico 99%. Esto en metodología significa que un modelo es solo un SUPUESTO o hipótesis. Por ello los resultados obtenidos por el modelo para que tengan validez deben ser sujetos a verificación empírica.

El investigador debe considerar a los modelos únicamente como incipientes supuestos, de no más valor heurístico que las intuiciones que ya hemos descrito, tales como la manzana que cae, el "Eureka" que salió de una bañera, la serpiente que se atrapa a sí misma, o la jaula de un circo. Todas ellas analogías que han dado pauta para plantear hipótesis CON un alto valor explicativo.

La importancia de la verificación empírica resalta por sí misma, dado que un modelo sólo puede mostrar su eficacia si realmente es equivalente con los hechos que pretende describir. Y la única manera de determinar esa equivalencia es a través de observar empíricamente si las consecuencias del modelo expresan efectivamente un aspecto específico del fenómeno analizado.

La verificación empírica de los modelos puede ser de dos tipos: la que se corrobora por datos obtenidos con anterioridad y la que se contrasta con datos a futuro, es decir, si el modelo pronostica cierto comportamiento de fenómenos que todavía no ocurren. El primer caso tiene una validez menor que en el segundo caso. Por ello se acostumbra poner como primera prueba del modelo la confrontación con datos ya existentes (suele llamarsele validación) y como prueba significativa del potencial del modelo

en cuestión a las predicciones que se establecen a través de él y que son corroboradas, a través de la experimentación.

La idea de que el modelo es sólo una hipótesis la ha manifestado explícitamente Peter Achinstein: "Un modelo teórico consiste en un conjunto de supuestos acerca de algún objeto o sistema" 10/.

Las Academias de Ciencias de la URSS y Cuba parecen coincidir en esta apreciación aunque no son tan explícitos: El modelo tiene "La capacidad de ofrecer, en el curso de la investigación, una determinada información susceptible de comprobación experimental." 11/.

Inclusive Maxwell a quién se reconoce la paternidad de esta forma de investigación reconocía esta limitación de la modelación 12/:

"Mi propósito en este trabajo es abrir camino para la especulación... investigando los resultados mecánicos de ciertos grados de tensión y de movimiento en un medio (el éter), y comparándolo con los fenómenos de magnetismo y electricidad ya observados".

Es interesante destacar que estas especulaciones posteriormente llevaron a la búsqueda de ondas electromagnéticas de origen puramente eléctrico, obteniéndose una carga oscilante. Sin embargo, estas proposiciones sólo se aceptaron hasta que Hertz las observó experimentalmente. Alexandrov destaca este hecho 13/. Contrasta esta postura con la del biólogo Ludwing Von Bertalanffy que intentó desarrollar la llamada teoría de sistemas. El consideraba que su teoría era capaz de hallar la verdad con base exclusivamente en demostraciones matemáticas 14/:

"Evidentemente, nuestro propósito es desarrollar la teoría de sistemas generales en términos matemáticos ... Ya que las matemáticas es el

lenguaje exacto en que son posibles las deducciones (o refutaciones) rigurosas de una teoría".

Como se puede notar en esta aproximación conceptual, se descarta la verificación empírica del modelo como prueba de su validez. Las repercusiones de este proceder pueden ser peligrosas dado que la modelación abarca una gran gama de posibilidades en distintas disciplinas, ya sean en las ciencias naturales, pero también en las sociales. Aquí la charlatanería puede asentar sus reales si se acepta que el virtuosismo matemático sustituye a la contrastación empírica.

En las ciencias sociales se han desarrollado modelos no necesariamente numéricos, es decir, no se basan en mediciones, sino en la existencia de relaciones, conflictos etc. Estos modelos son más "débiles" que los numéricos, porque sólo pueden identificar a las variables pero no evaluar su importancia relativa en el problema, pero tienen la ventaja de representar relaciones sociales que no siempre tienen la posibilidad de expresarse numéricamente 15/. En estos casos la teoría de conjuntos es un importante auxiliar.

La lista de modelos y las posibilidades heurísticas que ellos han producido son impresionantes: En física se ejemplifica por el modelo del átomo de Bohr, el modelo de la bola de billar para los gases, el modelo corpuscular de la luz, el modelo de capas del núcleo atómico, el modelo del electrón libre para los metales. Además se puede afirmar que cualquier aproximación matemática de alguna parte de la realidad puede considerarse un modelo. En biología se puede considerar un modelo a la propuesta de Crick-

Watson, de la molécula ADN. En psicología el llamado modelo de comportamiento del aprendizaje. En economía a la matriz de insumo producto, el multiplicador-acelerador del crecimiento económico, la teoría matemática de la programación óptima. En administración se puede mencionar teoría de los juegos, de toma de decisiones, investigación de operaciones, entre otros 16/.

Esta multiplicación de modelos y el éxito que han producido no deben hacer perder de vista al investigador que, a pesar de todo, el esfuerzo empleado en la elaboración de un modelo, se trata de simples hipótesis y que su valor real dentro de la ciencia se encuentra limitado a una mera especulación o a lo más una hipótesis que debe ser sujeta a verificación. Debe de recordarse que, en física, por ejemplo, ningún modelo es aceptado como parte del conocimiento científico si antes las consecuencias que se derivan de dicho modelo no son verificadas por la observación experimental. Esta limitante a veces se olvida y se da por un hecho que un problema tiene la solución adecuada por el solo hecho de haber tenido una representación matemática. A veces, en un exceso de euforia por la lógica, los metodólogos otorgan demasiada importancia a la modelización. De Gortari puede considerarse un caso así, a pesar de que él reconoce que la analogía debe ser sujeta a verificación, a veces hace afirmaciones que caen en un exceso de generalización 17/:

"La analogía puede ser adoptada, inclusive como método general para el estudio de una disciplina entera. De esta manera Huygens utilizó la analogía existente entre el sonido y la luz; Van'Hoff, la analogía que existe entre los gases y los cuerpos en solución; Maxwell, la analogía que estableció entre la luz y las oscilaciones de las ondas electromagnéticas; y de Broglie la analogía entre la propagación de la radiación y el movimiento de

las partículas elementales, que primero supuso hipotéticamente y, luego, fue comprobada experimentalmente."

Otra forma de utilizar el instrumental de las disciplinas formales se sustenta en el hecho de que ellas han producido técnicas que permiten tomar decisiones acerca de la validez de las hipótesis sujetas a verificación. Para este caso la teoría de probabilidades ofrece el más importante instrumental elaborado hasta la fecha. Dada la importancia de este tema se ha optado por tratarlo en el inciso siguiente.

## 2.1 EL PAPEL DE LA ESTADISTICA EN LA INVESTIGACION.

A lo largo de esta investigación sobre los elementos que componen el proceso de elaboración del método científico se ha insistido en que el actual modelo de investigación científica basa su justificación en la inducción probabilística, que es, desde el punto de vista lógico, cualitativamente diferente a la sola inducción.

En tanto que la inducción impulsada por los inductivistas persiguió inútilmente incluir la verdad absoluta y exacta a sus hallazgos, la inducción apoyada en la teoría de las probabilidades, en cambio, abandonó la categoría de la verdad para tomar otro concepto menos impresionante, pero que explicaba mejor a los nuevos fenómenos detectados en la física y en el mundo social. Este concepto era el de la certidumbre estocástica. Como apunta Reichenbach: "UNA AFIRMACIÓN DE PROBABILIDAD NO NOS PERMITE CALIFICAR DE VERDADERA LA SENTENCIA SOBRE EL ACONTECIMIENTO PREDICHO. Sólo puede sostener dicha

sentencia en el sentido de proposición. Proponer una afirmación significa tratarla como si fuera cierta, aunque no conozcamos su verdad" 18/.

Las matemáticas y más propiamente dicho, la geometría, eran para el modelo mecánico del conocimiento científico una entidad simétrica a la naturaleza, como bien lo afirmó Galileo: "El libro de la naturaleza está escrito en caracteres matemáticos". En cambio, para el modelo empírico de la ciencia, las matemáticas, se convirtieron en un simple medio para interpretar un fenómeno observable en función de su frecuencia de aparición, con el fin de predecir su probable ocurrencia.

"La teoría empírica de la probabilidad se basa en la interpretación de la frecuencia. La afirmación de probabilidad predice una frecuencia de acontecimientos. Dice algo sobre el futuro y puede comprobarse, por consiguiente, en término de acontecimientos predichos." 19/.

La explicación que relaciona a los fenómenos naturales y sociales con la probabilidad se sustenta en el hecho de que las relaciones, sociales y naturales, que se establecen entre sus respectivos elementos no se produce una sola vez, sino que poseen la cualidad de establecer una reacción constante entre ellos: ya se trate de un rayo de luz, una corriente eléctrica, de un gas, de una clase obrera, de un sistema educativo, entre otros. El comportamiento que unifica a estos fenómenos tan disímolos se halla en que los fotones, los electrones, las moléculas, los obreros o los estudiantes, es que todos ellos tienden a repetirse, no de una manera idéntica, pero sí semejante.

Las relaciones establecidas por esos elementos si se mantienen en el tiempo forman procesos, naturales si se refieren a la física, la química, la biología etc., o sociales si son de carácter económico, social, político, entre otros. El descubrimiento de las particularidades de estos procesos por parte de los investigadores permite formular leyes y aun teorías. Mas estas leyes, debido al comportamiento de los procesos, no manifiestan una relación causal, sino sólo probable. O sea que la ciencia actual ha descubierto que los fenómenos observables no se comportan como una relación de mecánica obligatoriedad, sino de probable aparición. Esta convicción que ha sido verificada incontables veces, es la que permite plantear que las técnicas hechas a partir de la teoría de probabilidades son parte inseparable del bagaje instrumental de la investigación científica contemporánea. Por esa circunstancia ellas forman parte del conjunto de aptitudes científicas del investigador contemporáneo.

Siendo este descubrimiento vital para entender la esencia del conocimiento científico actual, es preciso tener presente los principios axiomáticos de la teoría de la probabilidad. Tales principios son 20/:

1. Tiene sentido y es lícito concluir, con probabilidad, de un número finito de casos a todos los casos.

2. Tiene sentido y es lícito concluir, con probabilidad de un fenómeno a su correspondiente presencia en un número finito de casos"

De lo anterior se deduce, por ejemplo; la distribución normal de todos los casos, la cual tiene un notable parecido con la

distribución que adoptan los fenómenos naturales y sociales. Ello permite sustituir los hechos por datos inferidos a partir de los hechos. Los datos serán sometidos a las leyes de los grandes números, leyes cuya característica es que su comportamiento está dado por la lógica interna de la teoría formal de las probabilidades y por tanto no es influida por ningún fenómeno natural o social. Los errores, si existen, son producto de incorrectas deducciones o fallas en las operaciones lógicas. Ello pone en entredicho, en el investigador, el conocimiento de la teoría formal de las probabilidades, mas no el valor de los hechos observados.

La ciencia del siglo XX, enfrentada a la necesidad de buscar nuevas explicaciones a los nuevos hechos se encontró con que la teoría de la probabilidad explicaba mejor que las leyes causales a estos nuevos fenómenos, principalmente porque a través del concepto de probabilidad describía de manera más adecuada los procesos de la naturaleza y la sociedad, transformándose así en el eje del conocimiento científico actual.

"La experiencia demuestra que el cálculo de probabilidades se confirma en la realidad; y con el principio de Boltzmann no sólo afirmamos que no tenemos nada más exacto, sino que también su contenido es, sin embargo, correcto. El hecho de que lleguemos a proposiciones ciertas sobre la naturaleza demuestra que aquí hay algo más que ignorancia y que poseer el concepto de probabilidad resulta muy positivo" 21/.

Debe advertirse que el uso de la inferencia probabilística no permite descubrir nuevas explicaciones o hipótesis, su papel se reduce a aceptar o rechazar la hipótesis propuesta. Sin embargo, este papel tan específico de las probabilidades hacen que los

hechos desempeñen un papel ejemplar en la investigación, ya que las leyes de probabilidad son las que permiten que los hechos observados sirvan como elementos que determinan la validez de la hipótesis o aun de una teoría.

Un procedimiento que permite constituir a los hechos en jueces implacables de la hipótesis, para aceptarla o rechazarla, hace de la objetividad un elemento presente en el desarrollo del análisis.

La objetividad en los procedimientos estadísticos contempla tres operaciones básicas: a) La forma de recolectar la información obtenida al observar los hechos, b) los criterios que permiten elegir las técnicas que compararán los hechos con los supuestos y c) el margen de riesgo por error que se aceptará cuando se formulen las conclusiones pertinentes.

La estadística en manos del investigador es el arma mas potente y efectiva que posee hasta ahora para explicar y aun predecir nuevos hechos. Sin embargo, su uso no es garantía de que los resultados encontrados resulten verdaderos. Esto último es un elemento que debería estar presente en la mente del investigador cuando realice el análisis de toda investigación emprendida.

## 2.2 TÉCNICAS DE MUESTREO

Y ya que se ha mencionado la importancia de la teoría de las probabilidades vale la pena introducirse a un tema que, a veces, no suele dársele la importancia que merece 22/, pero que resulta vital debido a que un solo error involuntario en este proceso

podría invalidar absolutamente los resultados obtenidos por el esfuerzo investigativo del científico.

Aquí se hará referencia a los métodos usuales que se emplean en el experimento, en el trabajo de campo y en ocasiones en la investigación documental.

El problema al que se desea hacer referencia es a la selección de la muestra, es decir, al hecho de escoger dentro del universo seleccionado para el estudio, a un grupo representativo de éste último; ya sea de individuos, de animales, de vegetales, de minerales e incluso de técnicas que representen a dicho universo. Por supuesto la selección de la muestra obedece en primera instancia al objeto de estudio del investigador, es decir, está en relación directa con el objetivo de la investigación.

La práctica científica ha descubierto que es más fácil, cómodo y barato trabajar con elementos que representan a la población estudiada, que observar a todos los elementos. Lo que importa para los efectos del estudio es encontrar la correcta EQUIVALENCIA entre el universo y la muestra seleccionada, con el objeto de que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse posteriormente al universo representado. Para ello, el investigador se vale de una serie de técnicas conocidas como "técnicas de muestreo", las cuales pretenden mostrar que la muestra es UN MODELO A ESCALA REPRESENTATIVO DEL FENOMENO QUE SE HA DECIDIDO INVESTIGAR 23/.

Se desprende que el punto relevante de este problema es cómo garantizar que los resultados obtenidos de unos cuantos miembros

de ese universo puedan generalizarse a todos ellos. Este asunto el investigador debería resolverlo a través de una selección adecuada de la muestra: la más sencilla pero más difícil de lograr es la selección al azar, pero existen otras maneras de seleccionar a la muestra, están las muestras proporcionales, por conglomerado, estratificadas, entre otras. La aplicación correcta de alguna de estas técnicas exige que se adecue a las características del problema investigado y que todos y cada uno de los miembros de la población estudiada tengan las mismas probabilidades de ser seleccionados; como sucede en una rifa, en donde todos y cada uno de los boletos tienen las mismas posibilidades de ser premiado.

Una desviación de este procedimiento significaría modificar la selección en favor de unos y en contra de otros. Por ejemplo, si se deseara saber que opinan los alumnos de una escuela acerca de un problema particular y seleccionáramos a los alumnos que entran a la misma durante los primeros quince minutos de la hora de entrada, el investigador omitiría la opinión de los que llegan tarde y de los que no fueron ese día.

Una recomendación así de general, sin embargo, tiene ciertos inconvenientes, porque es muy raro que una investigación pueda lograr una completa selección al azar, debido a que sus costos son muy altos. Esta limitante hace que la selección de la muestra no sea una simple decisión técnica, sino más bien exige del investigador un criterio metodológico en su selección. El secreto de una adecuada selección es hacer coincidir una de las técnicas de muestreo con las posibilidades del presupuesto asignado y la

satisfacción de los objetivos del estudio.

De esta manera el investigador sabe que si su muestra fue una selección estratificada, debe hacer un análisis donde los resultados se refieran exclusivamente a los conglomerados seleccionados y no a los individuos miembros de esos conglomerados.

La selección de la muestra bajo estos matices se encuentra directamente relacionada con las variables establecidas en las hipótesis de proyecto. El investigador debe estar conciente que una selección al azar puede dejar de lado por ejemplo a ciertos individuos, o ciertos grupos de edades u otros elementos que por las características de la investigación resultan importantes de detectar. En tales casos la selección de la muestra deberá tomar en cuenta esta posible omisión. Por ejemplo, si se tiene un problema donde sean determinantes las diferencias de edad de una población, entonces, la muestra se haría por conglomerados, donde cada conglomerado garantiza un rango de edad específico.

En esta etapa debe tenerse especial cuidado, ya que los errores en la adecuada selección de la muestra pueden calificarse de significativos para toda la investigación, debido a que dejan de representar a la población previamente seleccionada, es decir, que los resultados no representaría al objeto de estudio. Por ello, a pesar de que el investigador realizara el resto de las operaciones del análisis correctamente, la verificación demostraría una desviación del objetivo propuesto y la consecuente invalidación de los resultados encontrados. Cuando la

selección de la muestra no puede cumplir las exigencias de un adecuado muestreo es conveniente que el científico advierta de antemano que los resultados tienen un carácter indicativo o meramente exploratorio del problema que se abordará.

Otra cuestión relevante con referencia a la selección de la muestra está en relación con el alcance de los resultados encontrados. A esta desviación se le puede calificar de error de generalización. Sucede en el momento en que pasado felizmente el trabajo de campo, de codificación y de análisis de resultados, llega el momento de hacer las generalizaciones correspondientes. En otras palabras, significaría que las conclusiones obtenidas no sólo deben corresponder a la muestra sino que deben ampliarse a la totalidad del universo estudiado.

Esta correspondencia entre la muestra y el universo en cuestión debe procurar respetar la equivalencia original. es decir, se procuraría manifestar un equilibrio entre los resultados obtenidos a partir de la muestra y las conclusiones que harían referencia a la población estudiada.

Una timidez o inseguridad excesiva por parte del investigador provocaría que se quedara corto en las implicaciones que hiciera, pero otro error no menos sentido sería que se extralimitara en sus conclusiones. En este caso el investigador aprovecharía el soporte que le ofrece su análisis para ampliar la síntesis a poblaciones que no fueron abordadas por la investigación.

Puede ser el caso, por ejemplo, de que la investigación indaga la duración de un foco tipo "A" de la fábrica "Ion" y se concluye

que los focos que produce la fábrica "Ion" tienen una duración semejante al foco tipo "A". En ciencias sociales es común encontrar estos fenómenos de sobregeneralización. Se estudia, por ejemplo, una zona agraria y se concluye que "todo" el país sufre de semejantes problemas etc.

Son los recursos y disponibilidad lo que establece las limitaciones de una investigación de carácter empírico. Cuando el investigador reconoce explícitamente esta circunstancia, acepta las restricciones inherentes a toda investigación empírica y por ese mismo hecho demuestra poseer una ~~buena~~ *crítica* actitud científica, ya que reconoce los límites que la racionalidad y la objetividad le imponen.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Albert Dov FUNDAMENTOS DE LAS MATEMATICAS. p. 15.
- 2.- Véase al matemático Alexandrov En LA MATEMATICA: SU CONTENIDO, METODO Y SIGNIFICADO. p. 19.
- 3.- Alexandrov LA MATEMATICA:... p. 19.
- 4.- IBIDEM.
- 5.- Véase de Hans Reichenbach el capítulo XIV de LA FILOSOFIA...
- 6.- IBIDEM. p. 255.
- 7.- Academia de Ciencias de la URSS y la de Cuba (AC-URSS, AC-Cuba) LA DIALECTICA Y LOS METODOS CIENTIFICOS GENERALES DE INVESTIGACION. pp. 314 y 315.
- 8.- Klir George, un seguidor de la teoría de sistemas, "Teoría polifónica general de sistemas" en TENDENCIAS DE LA TEORIA GENERAL DE SISTEMAS. pp.10-11.
- 9.- Alexandrov . LA MATEMATICA:... p. 18.
- 9\*.- Franco Selleri. EL DEBATE DE LA TEORIA CUANTICA. pp. 58-59.
- 10.- Peter Achinstein. LOS MODELOS TEORICOS. p. 6.
- 11.- Las Academias de Ciencias de la URSS y Cuba . LA DIALECTICA

- Y LOS... p. 322.
- 12.- Maxweel SCIENTIFIC PAPERS. I., pp. 452-486. APUD. P. Achistein. LOS MODELOS TEORICOS. p. 24.
- 13.-Alexandrov. LA MATEMATICA... p. 21.
- 14.- HISTORIA Y SITUACION ... p. 39.
- 15.- AC-URSS, AC-Cuba. LA DIALECTICA Y LOS... p. 200.
- 16.- Estos ejemplos y otros más son mencionados por Achistein. LOS MODELOS TEORICOS. p. 5, AC-URSS, AC-Cuba. LA DIALECTICA Y LOS... p. 219,220 y 316.
- 17.- de Gortari. CONCLUSIONES Y ... p. 159.
- 18.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. p. 176-7.
- 19.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA... p. 176-7.
- 20.- Hans Reichenbach. OBJETIVOS Y METODOS DEL CONOCIMIENTO FISICO. p. 78.
- 21.- IBIDEM. pp. 186-7.
- 22.- Consúltase a Ario Garza. MANUAL... p.13. y Alfredo Tecla ET AL. TEORIA...p.51-52. Felipe Pardini, es más cuidadoso al respecto. METODOLOGIA...pp.67-71.
- 23.- Dentro de las modernas técnicas estadísticas se encuentran procedimientos que permiten sacar inferencias aun de conjuntos muy pequeños. Este punto es especialmente interesante para investigadores de instituciones de Educación Superior que por lo general trabajan con presupuestos restringidos. Véase el libro de Sidney Siegel. ESTADISTICA NO PARAMETRICA.

## EL SIGNIFICADO DE LA VERIFICACION.

El Hombre debido posiblemente a su capacidad de razonar no siempre se ha conformado con enfrentar los problemas y resolverlos, también ha tratado de explicar las razones para proceder de determinada manera.

Las justificaciones han sido muy variadas, propias de su gran capacidad imaginativa, pero asimismo porque ellas permitian ganar respetabilidad y enseñar. Las simplificadas explicaciones antropomorficas apaciguan la curiosidad popular, pero para los espíritus más inquisitivos se han elaborado explicaciones más complicadas. En ellas intervienen nuevos argumentos algunos de autoridad personal, otras de carácter Divino.

En la ciencia las justificaciones han tenido diverso contenido: la autoridad del autor clásico, la respetabilidad del catedrático destacado, la ingeniosa contra argumentacion escolástica y las complicadas operaciones lógicas de las disciplinas formales fueron otros tantos argumentos para justificar la validez de las generalizaciones científicas.

La ciencia de nuestro tiempo desarrollo un nuevo sistema para justificar las explicaciones que se tienen de lo que nos rodea. Este sistema al menos tiene el mérito de quitar a los hombres el supremo poder de decidir sobre como deberian de comportarse los procesos naturales y sociales. La verificación es quizás la más importante contribucion de los investigadores a la ciencia pero

también a la sociedad civil.

La verificación ha impuesto una saludable práctica social, porque ella consiste en convencer racionalmente a otros así como a uno mismo de la validez de nuestras suposiciones. Mas para persuadir de que los procesos sociales o naturales se comportan efectivamente como lo esperamos es necesario mostrar al trabajo de tal manera que en todos los momentos esté abierto a la comprobación de los demás 1/.

La gente que se interesa por la ciencia no se contenta con que exista la intencionalidad de probar en los hechos las aseveraciones de la realidad. Se podría afirmar que el científico ha mostrado que no sólo se debe ser desconfiado de las respuestas a los problemas que ofrecen otros tipos de conocimientos que no son científicos, sino que se deben poner en duda los producidos por sus colegas y aun los hechos por él mismo. Una evidencia clara de que la ciencia no hace concesiones ni a ella misma 2/.

Las implicaciones al resto de la cultura y en especial a la sociedad civil son significativas en extremo; si se acepta que el eje de nuestra civilización es la información, cada vez más compleja y más amplia, de todos los miembros de la sociedad acerca de todo el saber, de todos los problemas y todas las cuestiones de la época 3/. Entenderemos, entonces, que el centro del debate consiste en la calidad de la información que se le proporciona al ciudadano.

Uno de los rasgos de la democracia es la libertad de manifestar la propia opinión. Sin embargo, la auténtica libertad de opinión tiene como requisito básico la posibilidad de formarse opinión mediante la información que describe los nexos reales. Pero, ello sólo es posible si se tiene la información fidedigna pertinente.

La ignorancia no sólo es falta o limitación de la información, sino también que la que se proporciona carece de confiabilidad. El rechazo de la autoridad a la verificación no es más que la negativa a proporcionar información fidedigna, porque la única manera de garantizar que la información sea veraz consiste en la posibilidad de ser verificada 4/.

En las sociedades donde la democracia es un rasgo distintivo, el compromiso político, es decir, las alianzas, se realiza antes de las elecciones. El sufragio, en contraparte, son los hechos, a los cuales se somete la voluntad política. En las sociedades autoritarias el compromiso político aparece después de las elecciones. El poder del Estado considera que la voluntad ciudadana reflejada en un hecho cuantitativo tan simple como un voto puede ser conculcado bajo un lema implícito; no a la verificación del proceso electoral. La verificación puede parecer una bandera ciudadana inesperada pero es indiscutiblemente revolucionaria.

La verificación, sin embargo, no es otra cosa que el proceso que garantiza que las elaboraciones que se realizaron, las

reflexiones que se hicieron y las pruebas que se aportaron para llegar a ciertas conclusiones y las conclusiones mismas tiene un alto grado de probabilidad de ser ciertas 5/.

Por tanto, la verificación en la ciencia consiste en poner a prueba el compromiso crítico del investigador.

¿Cómo se materializan esas intenciones? ¿Es posible enumerarlas y diferenciarlas? ¿Cómo se sujetan a la racionalidad y la objetividad específicamente? ¿Qué características adopta? ¿Qué limitaciones tiene? Estas son algunas de las cuestiones que se responderán a lo largo de este capítulo.

El primer requisito de la investigación científica consiste en elaborar una correcta concatenación lógica en el desarrollo de todo el trabajo, en donde la objetividad y la racionalidad se impongan. Sin embargo, ello no es determinante.

Lo que se considera INDISPENSABLE en la investigación científica es que los hechos corroboren las hipótesis sujetas a verificación. Una generalización teórica por más sólida que se muestre en su armazón lógico, deberá ser desechada si los hechos no corroboran sus hipótesis.

Otra característica de la verificación consiste en su versatilidad. No existe una única manera de practicar la verificación, ni siquiera en una disciplina en particular. Aquí las características del problema que se desea resolver, así como, la inventiva del investigador imponen su sello de originalidad; aunque la condición es que utilice procedimientos replicables por cualquier otro observador calificado. En general la verificación puede adoptar la manera más abstracta y poderosa de la investigación estadística, pero en otros problemas y conceptos la verificación será histórica. "Es el problema de la prueba" afirma Wright Mills 6/.

Feyerabend aprovecha esta versatilidad para mostrar su escepticismo con respecto a la práctica de la investigación 7/:

"Nos encontramos conque no hay una sola regla, por plausible que sea, ni por firmemente basada en la epistemología que venga, que no sea infringida en una ocasión o en otra".

Mario Bunge, también considera a los acuerdos metodológicos como elementos normativos y no estrictas leyes lógicas 8/:

"La metodología es normativa en la medida en que muestra cuales son las reglas de procedimiento que pueden aumentar la probabilidad de que el trabajo sea recundo  
... No son cánones intocables porque no garantizan la obtención de la verdad"

Sin embargo, no debe olvidarse que las infracciones a las recomendaciones y normas del método científico la hacen los

investigadores, porque cada quien resuelve las cosas como puede.

Pero debe reconocerse que si no hubiera alguna conversión que aglutinara a los investigadores, su actividad sería tan inconsistente, digamos como la pintura, la literatura etc..

En el proceso investigativo y en la verificación, en particular, no hay OBLIGACIONES, sin embargo, existen ACUERDOS SOCIALES interiorizados en los individuos, que por lo demás no son arbitrarios, sino producto de un COMPROMISO histórico que se respeta debido a que se ha mostrado fecundo en la intelección y solución de los problemas que enfrenta el hombre.

Otro interesante rasgo de la verificación es su capacidad para obligar al científico a establecer una constante comunicación y reflexión crítica entre los conceptos macrosociales y naturales más abstractos y generales frente a los aparentemente insignificantes datos fácticos. Es la evaluación objetiva de los materiales empíricos lo que permite establecer el grado de certidumbre de las teorías. Los hechos, por decirlo metafóricamente, son los humildes en el poder. Dice Hans Reichenbach: "Entre más amplia sea la generalidad a que se aspire mayor debe ser la cantidad de material a observar y más agudo el pensamiento crítico" 9/.

El investigador no debería olvidar que el QUE verificar es lo que da el sentido al método científico. Toda verificación que no aporte resultados significativos al conocimiento humano es pretensión insignificante.

Decía Wright Mills que "La ciencia clásica, puede decirse en homenaje a ella, es, entre otras cosas, un intento por aumentar las probabilidades de que puedan ser correctas nuestras conjeturas sobre materias importantes" 10/.

Aunque el poder explicativo y predictivo de la ciencia empírica es enorme, sin embargo, es necesario tener en consideración sus límites y restricciones de carácter lógico:

- 1.- Es un instrumento que permite el conocimiento a futuro, pero siempre estará sujeto a error. Este tipo de lógica no conduce a la verdad eterna e inmutable 11/,
- 2.- las conclusiones pueden ser falsas aunque las hipótesis sean verdaderas,
- 3.- o a la inversa 12/, las conclusiones pueden ser verdaderas aunque las hipótesis sean falsas.

El método de la ciencia empírica es el de la prueba y el error y sus resultados no son más que una nueva prueba. Debido a estas consideraciones, las conclusiones deben ser tomadas como hechos de probable ocurrencia, antes que conocimientos definitivos 13/.

Esta falta de verdad en los resultados podría hacer parecer a la investigación científica como un trabajo estéril porque da la sensación de fugacidad. Esta idea de inutilidad, sin embargo, se ve compensada con creces porque gracias a esa circunstancia el conocimiento científico tiene la plausibilidad de no verse estancado o de repetirse a sí mismo, como le ha pasado a otros tipos de conocimientos (religiosos, ideológicos, políticos, filosófico y técnicos).

Debido a que el conocimiento científico contemporáneo reconoce que no es posible llegar a encontrar la verdad, también, acepta que lo que se ha dado en llamar el experimento CRUCIAL y que implica que un experimento es capaz de rechazar de manera inobjetable a una teoría, no existe. Hempel recuerda que 14/:

"Ni siquiera la más cuidadosa y amplia contrastación puede nunca refutar una de entre dos hipótesis y probar la otra; por tanto estrictamente interpretados, los experimentos cruciales son imposibles en la ciencia".

Lo que sí puede hacer la verificación es mostrar que entre teorías rivales, una de ellas es más adecuada para explicar importantes aspectos del fenómeno analizado. Esto mismo puede favorecer el desarrollo posterior de nuevas líneas de investigación que la otra teoría no puede ofrecer. Habría que agregar que entre más evidencia empírica apoye a una teoría existe una probabilidad mayor de que sea verdadera.

Sin embargo, esto no significa que la investigación no puede rechazar alguna idea o quizás una teoría. Ello acontece cuando no existen criterios adecuados para que la hipótesis pueda ser verificada de manera inequívoca. Esta es una de las principales objeciones para aceptar que el psicoanálisis forme parte del conocimiento científico 15/ y de todo conocimiento natural o social que no pueda verificarse.

A pesar de que la verificación es el elemento definitorio dentro del proceso de investigación y que, por tanto, es la que permite determinar la validez de los supuestos puestos a prueba, no sólo tiene ciertas restricciones lógicas, también está limitada por el ambiente social que rodea a la ciencia.

Existen situaciones de carácter social que coartan al proceso de verificación. La situación más opresiva, la denominaremos "descubrimiento prematuro" se refiere al hecho de que un investigador logra refutar una teoría que es muy apreciada por sus colegas. Suele acontecer que la comunidad de científicos impugne la aptitud del científico que la formula, aun sin importar las pruebas que aporte en la investigación 16/.

Existen casos muy conocidos en donde la verificación no es capaz de modificar los prejuicios científicos de los colegas. En 1879, un estudioso apasionado de la arqueología descubrió la pintura de la edad de piedra, en las cuevas de Altamira. Después del furor inicial, estudiosos competentísimos declararon que los frescos de

Altamira eran una falsificación hecha por el mismo descubridor. Todo el resto de su vida Santuola trató de demostrar lo genuino de su descubrimiento 17/.

Michael Polanyi. Entre 1914 - le publico su teoría sobre la absorción de los gases en los sólidos. Presentó para ello una fuerte evidencia empírica. Pero no solo no fue aceptada sino calificada de ridícula, porque no se adaptaba a una teoría recientemente enunciada que ponía de realce a las fuerzas eléctricas como elemento de atracción entre las moléculas de gas y la superficie sólida.

Fue en 1930, después del descubrimiento de nuevas teorías sobre la cohesión molecular, cuando se volvió por el camino de Polanyi. La teoría de Polanyi fue redescubierta sólo hasta la década de 1950 18/.

Otra limitación de la verificación frente al medio social y que denominaremos "contención ideológica" consiste en que, a veces, la investigación, resulta incapaz de rebatir a una teoría que es apoyada por otros medios ajenos a la verificación.

La Unión Soviética, en la década de los sesentas minimizó la importancia de la teoría cibernética. A pesar de que ella le había permitido ponerse a la cabeza de la investigación espacial, bajo la acusación de ser una ciencia burguesa. Ello ha provocado que en la presente década solo participe del 3% de la producción mundial de microcomputadoras.

La ciencia, es útil recordarlo, además de elaborar leyes y teorías también representa a un aparato social que se relaciona con el Estado y la sociedad civil, y que no siempre se rige por criterios objetivos.

Otro aspecto relevante que rodea a la verificación y que divide a los investigadores sociales y naturales es la actitud de los investigadores hacia la misma. En las ciencias sociales, los investigadores tienden a adquirir un compromiso ideológico mucho más estrecho con alguna teoría que en las ciencias naturales. Ello se debe a que el apego de los científicos naturales hacia una teoría en particular es menos fuerte, ya que como tradición, se acepta que un modelo o teoría, en principio, puede ser refutado.

Otro caso destacado de resistencia a la verificación en ciencias sociales lo ha representado una corriente sociológica que se apoya en la Teoría Dialéctica y cuyos representantes más conocidos, pero no los únicos, autodenominan a su postura como "Teoría crítica", la cual se origina en Frankfurt, Alemania, a finales de la década de los veinte de este siglo, pero que tiene sus antecedentes en Hegel y Dilthey.

Ella parte de que lo social forma un TODO estructurado y Dialéctico 19/, y que su estudio debe reflejar esos aspectos en sus conceptos: la Dialéctica y la crítica. Ambos conceptos se

consideran insertos en la categoría de totalidad, lo que permite formular una teoría Dialéctica de la ciencia. Dice Jurgen Habermas 20/: "El concepto Dialéctico de totalidad exige... que los instrumentos analíticos y las estructuras sociales se entrecrucen como ruedas dentadas". Es de esperar que la metáfora que está al final de la frase no oscurezca el sentido profundo de la misma.

Dentro de esta teoría existen otras condiciones de lo social que norman su propio estudio. Según leodoro W. Adorno las teorías son "telos" -intencionales- no vehículos (sic) de la sociología 21/. Ello significa que dadas ciertas características específicas de los hombres: su voluntad consciente y la unicidad del proceso histórico 22/, es decir, su no repetibilidad, se hace indispensable una teoría y un método diferente a los empleados por la ciencia empírica.

Habermas y Adorno coinciden en afirmar que no todos los teoremas son hipótesis 23/ por lo que sus afirmaciones de la realidad aunque reconocen que deben tener validez analítica, ella no debe ser identificada con la observación controlada. Asegura Habermas: "Aún sin resultar susceptibles, ni siquiera indirectamente, de falsación estricta, un determinado pensamiento puede seguir conservando su legitimación estricta" 24/. Adorno lo ratifica: "Hay teoremas sociológicos que en la medida que dan cuenta de los mecanismos operantes al otro lado de la fachada contradicen... los fenómenos de tal manera, que a partir de ellos no pueden ni siquiera ser suficientemente criticados" 25/.

¿Cómo, las explicaciones Dialécticas, entonces, serían verdaderas? La teoría Dialéctica respondería de la siguiente manera: "La totalidad significa: realidad como un todo estructurado y Dialéctico, en el cual puede ser comprendidos racionalmente cualquier hecho (clase y/o conjunto de hechos)" 26/. Habermas señala: "Una teoría Dialéctica de la sociedad afirma la dependencia de los fenómenos particulares respecto de la totalidad" 27/.

A la Teoría Dialéctica le sigue un método peculiar de enfrentarse a los problemas sociales, el cual se denomina Hermenéutico, que sería como el arte de interpretar a la sociedad para darle su verdadero sentido. La pretensión de la hermenéutica es establecer un razonamiento por medio del cual se haga una interpretación en torno al sentido de cualquier fenómeno y después se realice la comprensión del mismo 28/. Ello se hace a través de un discurso argumentativo 29/ que ayuda a la propia "clarificación hermenéutica de la autointelección de los sujetos que actúan" 30/.

Pasemos ahora, a las críticas que hacen los teóricos de esta corriente a la teoría Dialéctica cuyo método es el hermenéutico. Karel Kosik afirma 31/ que es incorrecto el supuesto de que la realidad natural sea diferente al mundo humano y que, por tanto, sólo una realidad, la humana, sea comprensible, mientras que la otra realidad, la natural, sólo sea explicable. "La diferenciación de la ciencia conduce con sus resultados y -

consecuencias reales- a un descubrimiento más profundo de la unidad de la realidad" 32/.

Para Kosik el método para indagar los procesos sociales o naturales es uno solo 33/:

"El conocimiento es siempre una oscilación Dialéctica, oscilación entre los hechos y el contexto (totalidad); ahora bien, el centro mediador activo de esa oscilación es el método de investigación [científico]".

Robert Haveman no considera que el "telos" humano sea una razón para proscribir al método científico en las ciencias sociales 34/:

"Cabe resaltar que la idea de que el hombre por su conciencia se automodifica en tanto que la naturaleza (al resto) no le sucede algo semejante es paradójicamente una idea mecánica y antidialéctica".

Los mismos dialécticos que se apoyan en la hermenéutica han tenido que desdecirse sobre las restricciones que impone el "telos" a la ciencia empírica dentro de lo social.

Adorno p.ej. apuntaba que "A diferencia de lo que ocurre en psicología [que también es una ciencia social], los ensayos en sentido estricto, los ensayos sin más, son, en sociología bien poco productivos" 35/. J. Habermas es más claro todavía:

"en modo alguno me propongo, como parece dar por hecho [Albert], oponer los métodos de la comprensión a los de la explicación ... Quienes buscaran este tipo de inmunización no podrían ser sino malos dialécticos"

"Coincido con Albert en que nuestra disciplina debería esforzarse... por conseguir más y mejores informaciones [de las regularidades empíricas del comportamiento social]" 36/.

Si en verdad la intencionalidad fuera tan determinante para separar al conocimiento natural del social estos autores difícilmente transigirían de la manera como lo hicieron.

R. Haveman además ataca a todas aquellas especulaciones que al tratar de explicar las indeterminaciones por aquello que no conocemos creen hacer ciencia 37/.

"La afirmación de conexiones solo establecidas AD HOC, para salvar un prejuicio, sin que la teoría ofrezca posibilidad alguna de establecer un procedimiento para examinarla experimentalmente, debe considerarse anticientífica."

Las críticas desde otras perspectivas son igualmente agresivas. José Ortega y Gasset no considera que la unicidad sea una

característica determinante de los social. "La verdadera misión de esta disciplina (la historia) es determinar en cada caso lo que hay de constante y lo que hay de azaroso, si es que lo hay. Sólo así será la historia, efectivamente, una ciencia empírica" 38/.

Albert, racionalista crítico, apunta en contra del método hermenéutico "El secreto de su funcionamiento queda siempre oculto" 39/. Pilot por su parte dice que: La teoría crítica no es capaz de determinar "Cómo pueden ser ciertos 'apriori' los estandars de la autorreflexión..." Su dialéctica ha de ser fijada también apriori" 40/.

Hans Reichenbach establece las condiciones para que la Dialéctica pueda servir como una teoría de conocimiento 41/:

"El procedimiento general del método empírico puede así mismo considerarse como una reiteración interminable de la ley Dialéctica" y agrega "Pero ella no es ni precisa ni lo suficientemente general para permitir predicciones históricas ... La Dialéctica de Hegel sólo puede ser coherentemente incorporada a su sociología si se le concibe como una ley empírica".

Desde la perspectiva de la Ciencia Empírica la prueba de verdad de la teoría Dialéctica -que cualquier fenómeno deba ser comprendido como elemento del todo- resulta una invitación para elaborar hipótesis AD HOC, dado que siempre es posible desarrollar una explicación conveniente que incluya a cualquier hecho dentro de la teoría, con la ventaja de que el autor no tiene que molestarse en probar si las conexiones efectivamente existen.

En rigor la teoría crítica estimula el minimizar a los hechos y a darle al discurso político el estatus de un poder decisivo frente a la realidad. En otras palabras querría decir: peor para los hechos si no se ajustan a mis especulaciones. Nada tan cercano a esta teoría racionalista como el discurso autoritario y como su opuesto dialéctico el populismo irresponsable.

Las críticas que los seguidores de la Teoría Dialéctica hacen a la Ciencia Empírica se sintetizan en que al conocimiento lo ideologizan a través convertir a la "opinión", que es subjetiva, en un conocimiento pretendidamente objetivo. Citan las encuestas de opinión pública, la prospección de mercados, y las encuestas sobre preferencias políticas como ejemplo de esa manipulación 42/ y la acusan de ignorar a la objetividad social, el todo.

Si la pretensión de la Ciencia Empírica fuera solo ese tipo de estudios, quizás, no sólo tendrían razón en acusar de ideológica a la ciencia social empírica, sino que se debería sumar la crítica de Wright Mills a los empiristas. Sería una Ciencia "inhibida metodológicamente". Pero, las Ciencias Sociales de carácter empírico no considera a la opinión pública como la parte más importante de su objeto de estudio.

Los científicos empíricos representan a una gran cantidad de concepciones del mundo; están los neopositivistas, los funcionalistas, los operacionalistas, los pragmáticos, los marxistas, entre otros. Su divisa si pudiera ser condensada sería "Nosotros queremos informarnos del mundo en que vivimos."

"La cosa es muy sencilla" dice -socarronamente- Wright Mills "La información de Franz Neumann sobre la estructura social nazi es por lo menos tan empírica -y tan 'sistemática'- como la de Samuel Stouffer sobre la moral de la unidad número 10079 del ejército; la de Max Weber sobre el mandarín chino, o la de Barrington Moore sobre la Unión Soviética, o la de Eugene Stanley sobre los países desarrollados, son tan 'empíricas' como los estudios de Paul Lazarsfeld sobre la opinión en el distrito Erie o en la pequeña población de Elmira" 43/.

La aprehensión de regularidades e interrelaciones legales lo que busca es establecer hipótesis sobre la estructura de la realidad. Los controles empíricos no pretenden otra cosa que asegurarnos la validez de lo que nos imaginamos. El qué se investigue y su relevancia para la cultura es responsabilidad del investigador. Si el científico elude la importancia de lo investigado y se refugia en la sofisticación del método, eso, no es culpa de la investigación científica, es responsabilidad del científico y de quienes pagan o prestigian ese tipo de esfuerzos.

El contenido de los problemas no es una responsabilidad de la investigación científica. Si parodiáramos al modelo, diríamos que si se le mete basura, sacará basura; si se le introducen insignificancias, el resultado será miserable; pero que si se le aplica a cuestiones significativas sus resultados informarán, con una alta probabilidad de ser cierto, sobre aspectos antes ignorados que interesan al Hombre.

No existe razón para pensar que los únicos capaces de reflexionar críticamente sean los dialécticos. La explicación científica exige un pensamiento crítico pero también una amplia observación. Entre más amplio sea nuestro deseo de generalizar, más extensa será la observación y más aguda será la reflexión.

La importancia, entonces, de la verificación para la ciencia

empírica es determinante porque si no fuera posible probar las conjeturas mediante la observación de los procesos no podría decirse que los científicos procuran alcanzar el conocimiento objetivo. Se renunciaría a la cognoscibilidad del mundo.

El avance del conocimiento científico, aunque en términos generales es ascendente, está sujeto a muchos imponderables, por lo que de ninguna manera es un avance lineal. Es más bien un camino sinuoso en el que, a veces, se incurre en graves desviaciones y retrocesos, pero a veces da saltos imprevistos.

### 3.1 EL PROCESO DE VERIFICAR UNA HIPÓTESIS

La "acción investigativa" de las ciencias empíricas debería iniciarse con la puesta en práctica de los lineamientos y propósitos establecidos en el "plan metodológico" del proyecto aprobado. Esto implica una difícil y a veces árida tarea de revisión del campo a estudiar. Y lo que inicialmente el investigador encuentra, será que los procesos naturales y sociales que desea analizar "presentan al principio un conglomerado de hechos informes en proceso de cambio" 44/. La tarea del investigador consistirá en abstraer de esa masa indefinida y en transformación los elementos que responden directa e indirectamente al objetivo de la investigación.

Ello se realiza a través de un esfuerzo creador que ordena las manifestaciones pertinentes. Esfuerzo que es guiado directamente por el plan metodológico, el cual a su vez es consecuencia de las hipótesis propuestas. Estas últimas son las que permiten organizar, ordenar, clasificar y aun desechar el material bibliográfico, hemerográfico, o de cualquier otra índole

Consultado. Para el biólogo Ayala esta necesidad de ser guiado no pasa desapercibida 45/:

"El trabajo empírico de los científicos está guiado por las hipótesis, ya estén formuladas explícitamente o se hallen simplemente en forma de vagas conjeturas o indicios acerca de lo que puede ser verdad".

En esta fase, que por añadidura es a la que se refieren los científicos cuando afirman que se encuentran investigando, requiere de nuevas habilidades y destrezas, que hasta esta etapa eran aparentemente irrelevantes. Destacan aquí la constancia en el trabajo, el orden y la organización, el apego desinteresado a la materia de estudio, a veces, el trabajo en equipo, pero en especial la disciplina sistemática académica, autoimpuesta.

Estas aptitudes son indispensables porque es de especial importancia ser consistente a lo largo de todo el trabajo, y en especial, en esta etapa el trabajo es pesado, cansado y, a veces, fastidioso. Significa, a veces, ir de biblioteca en biblioteca y anotar cuidadosamente dato tras datos en ficha tras ficha. O ir a la colonia, al tugurio, o la zona residencial alejada, o la región rural inhóspita. Soportar los vaivenes del clima y de las personas. O permanecer hora tras hora pegado al instrumento registrando dato tras dato, o simplemente supervisando que se cumpla con las normas establecidas. Son días y en ocasiones noches pegado a los instrumentos o la computadora o a las hojas calculadoras o a los cuestionarios o a las fichas de trabajo. A veces este trabajo lo hacen los ayudantes, pero si no se tiene especial cuidado en supervisar cuidadosamente el trabajo, y eso sólo es posible cuando se tiene experiencia previa y recursos

sobrados, las posibilidades de que se le engañe son tristemente altas.

Cabe destacar en este proceso: "Estudiar los errores y los fracasos con tanto cuidado como los triunfos" 46/ y no olvidar que: "Hasta el más rutinario cálculo y análisis de las materias primas pueden surgir nuevas ideas y a menudo, abrir nuevos caminos al pensamiento y a la investigación" 47/, asegurarse de la validez de los hechos, así como, buscar en los datos la conformación de relaciones, de procesos y de estructuras.

Este modo de laborar implica que el investigador está consciente de que su trabajo puede conllevar errores u omisiones, desviaciones y equivocaciones. Que irá en un proceso de aproximaciones a través del ensayo y el error hasta lograr algo satisfactorio, quizás. El científico Alexandrov recalca este difícil trance que es el análisis 48/:

"Un trabajador científico genuino, sabe que en la búsqueda de respuesta a la pregunta de cómo son las cosas en la realidad, siempre trae desasosiego, comporta siempre transacciones desde un intento malogrado a otro, hasta encontrar, por fin, el enfoque acertado, si es que lo encuentra".

Ante el fracaso un investigador que posee una auténtica actitud científica debe responder de un modo específico... con más trabajo" 49/. "Porque las horas estelares, o la suerte, o la iluminación, son consecuencia de un trabajo tenaz e incondicional" 50/.

Las hipótesis se inventan y luego se ensavan, cuando se presenta el error, entonces, se vuelve a ensayar, pero entre el error y el ensayo media una reflexión crítica que permite reorientar de

nuevo el ensayo. Sin la reflexión crítica el investigador sería incapaz de darle un sentido creativo al error.

En este difícil proceso de reflexión y elaboración el investigador debe recordar que sus deseos y opiniones, así como las de las autoridades, a veces muy queridas, deben quedar subordinados ante los argumentos que proporciona la racionalidad, pero sobre todo, debe subordinarse a los hechos.

Es pertinente indicar que resulta tan negativo a la "acción investigativa" la insuficiencia de información, como su exceso. El investigador debe estar consciente de que SIEMPRE es posible conseguir más información. Su experiencia y su "instinto" deberán ayudarle a discernir cuando debe detener la etapa de recopilación de datos. Su referencia básica es el plantearse si con la información recopilada será capaz de cubrir satisfactoriamente (no totalmente) los objetivos de la investigación. Un esfuerzo por querer agotar la información existente podría tomarse como una necesidad 51/.

El límite de la información necesaria lo dan el tiempo disponible, así como la dificultad del problema. Olvidar ello, es caer en la trampa del tratado infinito, o el deseo equivocado de lograr la investigación deslumbrante y final.

Una vez que el investigador ha obtenido, por los medios ya mencionados, la información pertinente, pasa a la siguiente etapa. Ella consiste en organizar, ordenar y clasificar sistemáticamente en unidades y subunidades temáticas los datos

obtenidos con el objeto de observar las variables, establecer la importancia de las relaciones contenidas en ellas, reconstruir aisladamente cada una de las partes sustanciales del fenómeno, separar lo accesorio, organizar y dar coherencia a los procesos, así como establecer la validez, a través de pruebas estadísticas de los elementos que son mesurables.

Todo ello con el fin de elaborar la descripción del fenómeno, para responder si tienen, o no, validez las hipótesis planteadas originalmente. El investigador estará conciente que al interior de su estudio deberá prevalecer el orden, la precisión, la sistematicidad y el conocimiento de los límites de la investigación. Esta también es una prueba de las intenciones críticas del científico. En contrapartida, estos mismos conceptos "suelen ser para el observador acritico o dogmático asuntos en los que no sólo no estará interesado, sino que procurará evitar cuidadosamente" 52/.

Algunos de los indicadores de que "algo va mal" en una investigación podrían ser: que se discriminen los datos, y que se de preferencia a los "optimistas" sobre los "pesimistas", que se detecten verdades a medias o mentiras en los procedimientos efectuados o en las fuentes de información; que se descubran manejos arbitrarios o inadecuados de los resultados de una observación sistemática, que las referencias no existan o estén incompletas, o que se prefieran aproximaciones "positivas" o "negativas" de los resultados según convenga al caso 53/. Por lo general este tipo de gente es reacia a manifestar exactamente qué es lo que hicieron para llegar a determinados resultados, como si

ello fuera producto de una capacidad oculta al común de los mortales.

A través de estas manifestaciones se pone en entredicho la capacidad de verificar los datos y procedimientos realizados, es decir, se atenta contra la racionalidad, la objetividad y la sistematicidad del estudio. Y en última instancia se ataca a la buena actitud científica, que debe prevalecer en el investigador.

La existencia de charlatanes y mercaderes de la ciencia, por desgracia, es más común de lo que uno se esperaría encontrar en una actividad humana tan encomiable como puede ser la ciencia. Quizás uno de los casos más famosos de falsificación de datos se dió en la arqueología.

En 1912, Charles Dawson, aficionado a esta ciencia manifestó haber encontrado al "Eslabón perdido", es decir, al ascendiente directo del mono y antecesor inmediato del hombre. Conocido por "el hombre de Piltdown" por la aldea inglesa donde se le halló. Su hallazgo le permitió gozar de fama, pero desató una polémica que duraría 40 años.

En los primeros años de 1950, tres científicos ingleses decidieron resolver la cuestión definitivamente a través de nuevos métodos de verificación. Los métodos modernos podían datar con precisión la edad de un fósil: K. P. Oakley sometió a esos fósiles a pruebas químicas y J.S. Weiner y W.E. Le Gros Clark a minuciosos análisis anatómicos.

En 1953, se publicaron los resultados de sus investigaciones, los 2

cuales eran enteramente desfavorables al "hombre de Piltdown" pues el cráneo correspondía un hombre actual y el maxilar era de un mono, al cual se le habían limado los dientes para desfigurarlos. Con ello quedaba demostrado que Dawson conscientemente había falsificado la evidencia que había presentado como resultado de sus investigaciones 54/.

Empero, si el investigador ha mantenido una actitud crítica hacia su trabajo y estima que después de emplear todos los recursos, técnicas e instrumentos y de reflexionar detenidamente sobre el objeto de estudio ha logrado una comprensión razonable de cada uno de los principales procesos, o estructuras, o relaciones, o comportamientos que ayudan a determinar la medida en que las hipótesis responden a la pregunta inicial de la investigación, entonces, puede considerar que al fin tiene algo comprensible y comunicable, en vez de meras especulaciones, fantasías o conjeturas. Por ello se podría afirmar que ha logrado una parte esencial del estudio: el ANALISIS.

El análisis procurará verificar si existe alguna posibilidad para creer que las suposiciones en cuestión corresponden a los hechos observados, o a los valores obtenidos 55/, en otras palabras, el investigador ha puesto a prueba las consecuencias particulares que se derivan, o infieren, de las hipótesis o teorías puestas a prueba.

El siguiente paso es especialmente relevante, y aunque forma parte de la verificación, exige retomar aquellas actitudes con que se inició el proceso investigativo y que se compendian en

una gran dosis de creatividad, imaginación y espíritu crítico. Porque en un sentido muy específico aquí es donde se resume la consistencia, la experiencia y la imaginación del investigador. Lo que se busca es reorganizar los factores analizados, unificar las diferentes temáticas y relacionar los variados procesos para lograr una nueva "síntesis". Lo que equivale, como dice Knauth 56/, a saber claramente y entender los procesos complejos. Aun los físicos que tan reacios eran a producir explicaciones han empezado a liberarse, como apuntó Planck: "Una vez dado este paso (la superación de la simple descripción) llevamos la meta de la ciencia física a un nivel más elevado. Ya no se limita a la mera descripción de los simples hechos del descubrimiento experimental, sino que incluso aspira a proporcionar un mayor conocimiento del mundo real externo" 57/.

Lo que el investigador pretende en esta fase es arribar a las CONCLUSIONES del estudio. Si con el análisis se está en capacidad de describir y resumir los aspectos más relevantes del fenómeno estudiado; en esta nueva etapa del proceso investigativo lo que se pretende es lograr EXPLICAR satisfactoriamente a qué se debe ese funcionamiento y eventualmente PREDECIR su comportamiento futuro.

Las conclusiones, o el esfuerzo para lograr la síntesis anhelada requiere de toda la atención y cuidado posible por parte del investigador, en virtud de las implicaciones que posee esta etapa. SE TRATA DE RESPONDER A AQUELLA PREGUNTA INICIAL QUE HABIAMOS PLANTEADO Y QUE DIO ORIGEN AL ESTUDIO.

La respuesta que formule el investigador deberá tomar en cuenta muy especialmente el grado de validez que tuvieron las hipótesis iniciales, es decir, las primeras respuestas al objetivo enunciado. Sólo que ahora el científico está en la posibilidad de formular una NUEVA respuesta, que es CUALITATIVAMENTE superior a los supuestos anteriores, gracias a todo el análisis anterior. Debido a que ahora se está en posibilidades de revelar hechos, relaciones y procesos que no eran conocidos, o por lo menos presentar nuevas evidencias para apoyar cierta teoría o generalización.

Esta nueva formulación puede dirigirse en dos sentidos: 1) Si la o las hipótesis se confirman, entonces, la respuesta reelaborará con mayor exactitud y precisión el viejo supuesto. o 2) si la hipótesis es rechazada total o parcialmente, entonces, deberá formular un nuevo supuesto, producto del análisis.

La segunda acción como puede apreciarse es en esencia una nueva etapa de descubrimiento y de cierta manera el reinicio del ciclo. Es de esta forma como el investigador puede responder al objetivo planteado originalmente.

Pero las conclusiones son algo más que la simple contrastación de los supuestos del estudio. Es en las conclusiones donde también el investigador empieza a generalizar sus resultados, y éste es uno de los pasos decisivos en la investigación, pues es el punto de partida para la elaboración de hipótesis más generales que incluso podrían dar origen a la formulación de nuevas leyes, conceptos y quizás teorías y por ende permitirá presentar las

previsiones de futuros comportamientos de los fenómenos analizados.

Es de esperarse que si las conclusiones y generalizaciones son correctas se podrá esperar que los pronósticos también lo sean. Este es quizás uno de los más duros exámenes verificativos a que son sometidos los resultados de las investigaciones empíricas, ya que son los propios fenómenos empíricos quienes ponen a prueba los resultados de la investigación científica. Sin embargo, este test es al mismo tiempo una garantía para el investigador de que si sus pronósticos son acertados su explicación posee una alta probabilidad de que también lo sea.

Uno de los problemas principales de esta etapa consiste en equilibrar las conclusiones con respecto a lo obtenido en el análisis. Al investigador con poca experiencia le puede suceder que la síntesis se convierta en un tímido resumen de lo ya expuesto y sea incapaz de sacar las consecuencias pertinentes de los resultados obtenidos.

Pero, otro problema no menos importante es la sobregeneralización que se produce, a veces, en gente a la cual se le reconoce experiencia en investigación, pero que en esencia son unos charlatanes (u oportunistas o dogmáticos). Y se refiere a "la facilidad para desbordar las conclusiones, los alcances reales de los datos verificados", ya que en el fondo lo que se halla es "La intención de utilizar un dato según los deseos del autor" 58/.

Por eso mismo el investigador si desea mantener la actitud

crítica que ha mantenido a lo largo de su trabajo deberá 1) hacer explícitos los razonamientos mediante los cuales las cantidades se convirtieron en conclusiones y, los resultados en generalizaciones, 2) debe procurar que las generalizaciones y predicciones no excedan los límites espacio - temporales del estudio, por ejemplo. no afirmar a la ligera que lo que acontece en una región es usual a toda una nación o continente, 3) mantener a toda costa la objetividad, es decir, que la síntesis sea afectada en lo mínimo posible por sus deseos, 4) que las conclusiones mantengan una consonancia con los objetivos del estudio y 5) evitar formular conclusiones "agradables" a los ojos de los patrocinadores, o proponer desorbitadas recomendaciones que no guardan relación con la amplitud de las conclusiones 59/.

De las conclusiones y generalizaciones se deriva una cuestión que por lo general suscita muchos debates en ciencias sociales, cuando se toma conciencia de que "un conjunto de observaciones se ajustará a más de una teoría (o interpretación), en otras palabras, existen varias teorías que pueden derivarse de los mismos hechos ... Porque - como ya se había señalado antes - el estudio a través de la observación puede hacer una teoría sólo probable pero NUNCA absolutamente cierta" 60/.

Puede parecer sorpresivo que este problema tan común en ciencias sociales y en particular en historia 61/, lo sea también en las ciencias naturales. Lo que diferencia a ambas es la forma en que generalmente resuelven este dilema. En ciencias naturales lo hacen recurriendo a la teoría de probabilidades. "La inferencia

inductiva se usa para otorgar a cada una de estas teorías un grado de probabilidad, y luego se acepta la más probable" 62/.

Como se aprecia, el esfuerzo por cuantificar los fenómenos reales tiene alicientes en el desarrollo de la ciencia ciertamente prometedores. El científico social no debe escatimar esfuerzos por lograr mayores niveles de abstracción en el estudio de los problemas a que se compromete. Sin embargo, si no es posible ascender a la cuantificación de ciertos fenómenos sociales, el científico social debe reconocer que ese conocimiento tiene sólo carácter exploratorio y, por tanto, carece de certidumbre estocástica.

La difícil, riesgosa y estimulante tarea de elaborar la síntesis o conclusiones puede considerarse el final de la etapa de la verificación. Con ello puede darse por terminada la segunda etapa y, quizás, la más dilatada fase del proceso de la investigación, aquella que se refiere al intento que hace el investigador por contrastar la respuesta a la pregunta que originalmente se planteó, en torno a las características de un fenómeno, social o natural.

Ahora, el investigador ha logrado conceptualizar una idea más o menos completa de cómo y por qué ocurren los fenómenos que se han indagado, y ha pasado de un conjunto de ideas inciertas y nebulosas a un nuevo nivel de conocimiento donde los supuestos poseen un nuevo nivel, cualitativamente superior, gracias al proceso de análisis y síntesis. Toca ahora al investigador plantearse cómo comunicar los resultados de sus indagaciones.

Dificultad que se abordará en la quinta parte de este trabajo.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Wright Mills. LA IMAGINACION.. P.141.
- 2.- Curiosamente los racionalistas como Popper no hacen mención de que las pruebas aportadas por el investigador para incluso falsear una teoría tienen que verificar su autenticidad.
- 3.- Robert Havemen. DIALECTICA... p.74.
- 4.- Kaoru Ishikawa. QUE ES CONTROL DE CALIDAD. p.42.
- 5.- La postura falsacionista minimiza la verificación de las pruebas y rechaza la validez lógica que puede aportar la prueba empírica, ya que ésta no garantiza la verdad de la hipótesis, como ya Hume había señalado. Ayala ET AL recuerdan esta dificultad de la inducción: "Existe una asimetría en la posibilidad de constatar la falsedad o la corrección de afirmaciones universales que deriva de la naturaleza lógica de dichas afirmaciones. Puede demostrarse que una afirmación es falsa si no resulta coherente con una verdad singular, es decir acerca de un hecho determinado. Pero como ya se destacó al discutir la inducción, no puede probarse que una verdad universal sea cierta en virtud de verdades particulares, cualquiera que sea el número de estas últimas." En EVOLUCION. p. 477.
- 6.- Wright Mills. LA IMAG...p.141.
- 7.- Feyerabend. CONTRA EL METODO. p. 15.
- 8.- Mario Bunge. LA CIENCIA. SU METODO... p. 55.
- 9.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA...p.18.
- 10.- Wright Mills. p. 141.
- 11.- Al respecto Reichenbach afirma que: "Constatamos que rige entre percepciones ya vividas una regularidad y afirmamos, luego, que percepciones futuras mostrarán la misma regularidad. Se trata de una conclusión de carácter brusco, de salto; se la denomina CONCLUSION INDUCTIVA. Mediante ella se introduce el concepto de probabilidad en el conocimiento de la naturaleza; porque semejante afirmación sobre percepciones futuras no puede expresarse sino con probabilidad. La conclusión inductiva se llama también, por esta razón, CONCLUSION DE PROBABILIDAD. En OBJETIVOS Y METODOS... p. 77.
- 12.- Ayala ET AL. destaca esta particularidad estocástica: "En estadística se conocen dos tipos de error: Un error de tipo I, la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando dicha hipótesis es correcta, que generalmente se simboliza como  $\alpha$  y un error de

tipo II, la posibilidad de No rechazar la hipótesis cuando dicha hipótesis sea falsa, que se simboliza por  $(\beta)$ . ... La potencia del test depende de la probabilidad  $(1 - \beta)$ , de rechazar la hipótesis nula cuando realmente sea falsa. Por tanto es de desear que los niveles de  $\alpha$  como de  $\beta$  sean bajos. Aunque para un test dado, la magnitud de  $\alpha$  está inversamente relacionada con  $(\beta)$ , puede reducirse el valor de  $(\beta)$  incrementando el tamaño de la muestra o el número de réplicas de un test." EVOLUCION. p. 478.

13.- Reichenbach. LA FILOSOFÍA CIENTÍFICA. p. 255.

14.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA... p. 36.

15.- Hempel. FILOSOFIA DE LA... pp.134-135. Por razones muy parecidas Kuhn y Popper descalifican también al psicoanálisis y a la historeografía marxista (y habría que agregar a la teoría de sistemas). Sólo que desde su perspectiva sus razones son las siguientes: No son teorías que puedan ser falseadas, siempre existe una hipótesis AD HOC capaz de justificar las inconsistencias de la teoría. "La lógica del ..." en LA CIENCIA Y SUS METODOS. pp. 95-98.

16.- Véase a Tomas Kuhn LA TENSION ESENCIAL. p. 305.

17.- Oklandnikov. "Rasgos de carácter necesarios para un joven investigador". En Keldysh ET AL. LA EDAD DEL... p. 96-97.

18.- Gunter Stent. "Prematurity..." CIENTÍFICA AMERICANA. p. 86.

19.- Karel Kosik. DIALECTICA DE LO CONCRETO. p.55

20.- Jurgen Habermas. apud Gabriel Gutierrez. en METODOLOGIA DE LAS CIENCIAS SOCIALES. p.306.

21.- T.W. Adorno. "Sobre la lógica de las ciencias sociales" apud Gabriel Gutierrez. p.296.

22.- Haveman. p.166 y 173. También Habermas apud Gutierrez. p.307.

23.- Ibidem. Adorno. apud Gutierrez.p.296.

24.- ibidem. p.306-307.

25.- Adorno ibidem. p.296.>

26.- Karel Kosik. DIALECTICA DE LO CONCRETO.p.55.

27.- J. Habermas apud Gutierrez. p.307.

28.- Gutierrez. p.139.

29.- Agapito Maestre Sánchez. "Habermas y Apel o la fundamentación última de la ética. Conversación con Apel" en

INVESTIGACION HUMANISTICA. #4,1988. LIAM.

30.- Habermas. apud. Gutierrez. p.318.

31.- Karel Kosik. p.64y65.

32.- Ibidem 57.

33.- Karel Kosik.p.70.

34.- Robert Haveman. p.202

35.- Adorno. Apud Gutierrez.p.297

36.- Ibidem.p.318.

37.- R. Haveman. p.119-20.

38.- José Ortega y Gasset. OBRAS COMPLETAS. Tomo 8.p.534.

39.- Albert. apud Gutierrez.p.325.

40.- Pilot. Apud.p.326.

41.- Hans Reichenbach. p.79 y 81.

42.- Adorno. apud Gutierrez.p.279-280.

43.- Wright Mills. p.140.

44.- Lothar Knauth. PROGRAMA DE... p. 15. Okladnikov lo describe de la siguiente manera: "Aquel que quiere emprender el camino por el sendero de la historia debe recordar siempre que entra en un mundo contradictorio, extremadamente complejo y apto de cambiar de un modo que a menudo resulta de lo más inesperado.". "Rasgos..." En Keldysh. LA EDAD DEL ... pp. 99.

45.- Ayala ET AL. EVOLUCION. p. 47e. Artovolevski coincide con la necesidad de ser guiado: "La ciencia es incuestionablemente la búsqueda de la verdad, pero esta búsqueda es imposible sin control". "Lugar e importancia...", en Keldysh. LA EDAD... p. 41. Por supuesto no se comparte ese alegre optimismo de ambos autores, con respecto a que lo que se busca es la verdad. Es preferible ser menos ambiciosos pero más apegado a la realidad. Lo que el investigador empirico busca es encontrar la mejor explicación al problema planteado.

46.- Alexandre Royré. ESTUDIOS DE HISTORIA DEL... p. 7.

47.- Carlo M. Cipolla. "Fortuna plus homini quam consilium valet", en J. L. Curtis. EL TALLER DEL HISTORIADOR. p. 92.

48.- Alexandrov. "La pasión inspirada...". En Keldysh. LA EDAD DEL... p. 59.

- 49.- Jozlov. "Formación del joven especialista en la escuela superior", en Keldysh. LA EDAD DEL... p. 29
- 50.- Okladnikov "Rasgos de...". Keldysh. LA EDAD DEL...p. 91.
- 51.- Ronald Gaude es categórico frente a esta dificultad: "Primera condición no reunir mas que informes indispensables". COMO ANALIZAR... p. 38.
- 52.- Luis Duarte. DISEÑO DE... p. 37.
- 53.- Ibidem pp. 35-37.
- 54.- Clark F. Howell. EL HOMBRE PREHISTORICO. pp. 24-25.
- 55.- Mario Bunge. LA CIENCIA. SU METODO... p. 24.
- 56.- Lothar Knauth. PROGRAMA DE... p. 15-17.
- 57.- Max Planck. A DÓNDE VA LA ... p. 83. Originalmente el rechazo a lograr la explicación en la física, se debió a un saludable escepticismo en contra de las explicaciones escolásticas.
- 58.- Luis Duarte. DISEÑO... pp. 38-39.
- 59.- Ibidem pp. 33-34.
- 60.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA CIENTIFICA. p. 241.
- 61.- Lothar Knauth. PROGRAMA DE... p. 10.
- 62.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA... p. 241.

## CAPITULO 4.

## LAS POSIBILIDADES DE LA VERIFICACION EXPERIMENTAL EN LA CIENCIA.

Gracias al proceso investigativo, el científico ha realizado el análisis y elaborado los resultados, es decir, se han puesto a prueba las implicaciones que la hipótesis proponía. Además se ha realizado un esfuerzo más para generalizar los resultados. Ahora es capaz de explicar y aun de predecir el comportamiento, o la aparición de futuros fenómenos bajo circunstancias claramente especificadas.

Sin embargo, qué tan seguro se está de que efectivamente se realizarán dichos fenómenos. La corroboración se hallará en verificar si efectivamente en la realidad dichos pronósticos se cumplieron 1/. Como se ha señalado antes, para la investigación empírica esta es su máxima prueba, la confrontación con los fenómenos naturales o sociales.

Supóngese que a través de una investigación de historia económica, firmemente documentada, se vaticina que en 1997 habrá un colapso general de las actividades económicas a causa de una desmedida alza en el precio del oro. Si se deseara realmente verificar las conclusiones de este ejemplo, la ciencia NO experimental, a pesar de todos sus recursos, no tendría más remedio que esperar ... a que tal fenómeno se produjera o no 2/.

Otra limitación de la verificación no experimental, tanto en la investigación documental como la de campo, es que los fenómenos que se registran son posteriores al fenómeno observado, por lo

que suele suceder que el investigador carezca de la posibilidad de distinguir entre una auténtica relación de causalidad probable entre variables, con una simple correlación entre ellas 3/.

Afortunadamente, existe una manera de proceder en la ciencia que permite al científico verificar la validez de los resultados y por ende, de los supuestos, sin la necesidad de tener que esperar a que la naturaleza o la sociedad manifiesten espontáneamente tal fenómeno.

Este tipo de verificación trataría de REPRODUCIR bajo ciertos procedimientos las condiciones específicas en que se manifiestan determinados fenómenos, propuestos por las hipótesis y, OBSERVAR EXPERIMENTALMENTE si los efectos resultantes corresponden a lo que previamente se esperaba. Pero si ello no fuera así, estar preparado para observar nuevos fenómenos, porque ellos animarán a la imaginación en la búsqueda de nuevos descubrimientos, es decir, de novedosas explicaciones que permitirán elaborar nuevos supuestos 4/

Debe aclararse previamente que no en todos los problemas tratados por la ciencia se ha podido desarrollar la observación experimental. Unas veces porque tienen obstáculos enormes, en otras ocasiones porque sus investigadores se han mostrado reacios a practicar este tipo de operaciones y otras porque han carecido de mentes creadoras en ese campo del conocimiento.

En la historia, por ejemplo, es común escuchar que no es posible llevar a cabo experimentos, debido a que los fenómenos que se

estudian son enormemente complejos y pertenecen al pasado y por ello es imposible reproducirlos. Se ha pasado por alto, sin embargo, que uno de sus descubrimientos más famosos se asemejó, de cierta manera un problema de astronomía que fue resuelto de manera experimental.

A mediados del siglo XIX se notó que existía una incongruencia importante entre los cálculos newtonianos de la órbita del planeta Saturno y su órbita real. El estudio del problema llevó a dos matemáticos especializados en astronomía - el francés Leverrier e independientemente al inglés Adams - a plantear que las irregularidades detectadas en la órbita real se debían a la influencia de otro planeta no detectado hasta ese momento.

Difíciles y numerosos cálculos, que tomaron en cuenta esas irregularidades pronosticaron el lugar de la bóveda celeste donde debía encontrarse tal planeta. La verificación de tal pronóstico la hizo el famoso astrónomo alemán Galle al dirigir su poderoso telescopio al cuadrante PREVIAMENTE señalado por las mediciones de Leverrier. Lo que vio, en 1846, fue una diminuta mancha que cambiaba de posición noche a noche: Se había descubierto el planeta Urano 5/.

En la historia, por su parte, y unos años después, se llevó a cabo una interesante experiencia: Existía el convencimiento de que las obras literarias escritas miles de años atrás eran únicamente recreaciones novelescas, sin ningún fundamento real. Había, sin embargo, una hipótesis menos difundida y poco aceptada de que una buena parte de los acontecimientos narrados por los

pueblos por boca de sus poetas contenían numerosos hechos reales, pero que la imaginación y el tiempo los habían cubierto de mitos.

Heinrich Schliemann (1822-1890) desde sus días de escolar soñaba con descubrir a Troya, aquella hermosa ciudad que tanto codiciaron los aqueos y que daría razón para crear uno de los relatos más famosos de la literatura universal, la ILIADA.

Schliemann predijo la ubicación geográfica de la mítica ciudad a través de un estudio cuidadoso de los poemas de Homero. Posteriormente diseñó su experimento, que en este caso fueron una serie de excavaciones arqueológicas en la colina Hissarlik, en la cercanía de los Dardanelos, en Asia menor, con el objeto de verificar sus suposiciones. Un día de 1871 descubrió la ciudad de Troya 6/.

Su descubrimiento daría pauta a nuevas exploraciones en Grecia con base en este nuevo método. Pero la generalización iría más lejos, ya que libros religiosos como la Biblia o el POPOL VHU, entre otros, se consideraron como legítimos testimonios históricos, que ofrecen datos y pistas para entender a las viejas culturas humanas.

Como se puede apreciar, en los anteriores ejemplos, no es precisamente la materia de estudio lo que puede frenar a una disciplina en la aplicación del método experimental, más bien, romper con las ataduras que limitan a la imaginación e ingenio es lo que puede dar la llave para que el investigador se introduzca en esa extraordinaria experiencia que es la observación experimental. Hempel hace un útil recordatorio 7/:

"No se puede decir que la contrastación experimental sea un rasgo distintivo de todas, y sólo, de las ciencias naturales. Ella no establece una línea divisoria entre ciencia natural y ciencia social, porque los procedimientos de contrastación experimental se utilizan también en psicología y, aunque en menor medida, en sociología. (Además) No todas las hipótesis en ciencias naturales son susceptibles de contrastación experimental".

Para interpretar lo que se denomina "la naturaleza del experimento" tal y como lo entienden los investigadores modernos, se recurrió a la opinión de autores que han trabajado experimentalmente. como D. C. Baird 8%, Brillouin 9%, J. Bernal 10%, físicos y Díaz - Guerrero 11%, psicólogo, en prácticamente todos los casos se notó el interés por dejar abierta a la experiencia este tipo de observaciones, antes que imponerles limitaciones conceptuales. Por ello predominaron las explicaciones sobre sus implicaciones y su mecánica y dejaron de lado las definiciones.

Esta flexibilidad permitió calificar a las operaciones de Galle y Schlieman como experimentos, no obstante de ser esencialmente de tipo observacional 12%, y a pesar de que habrá filósofos del método que se nieguen a aceptarlos como tales: en virtud de que las variables independientes no son modificadas por el investigador 13%.

En descargo, puede argumentarse que esos ejemplos cumplen con otras exigencias tenidas por elementos intrínsecos al experimento 14%: 1) se observó el efecto de una variable independiente sobre una dependiente; 2) se definió claramente y se controlaron las circunstancias bajo las cuales se actuó y; 3) se previeron los aspectos que se esperaban encontrar de los variados efectos que

se podían producir. Además estas ocurrencias sirvieron, en un caso, para verificar la ley de gravedad, una teoría, en el descubrimiento del planeta Urano y, el descubrimiento de la ciudad de Troye dio pauta para sentar las bases de nuevas generalizaciones en el campo de la historia y la arqueología 15/.

El origen del experimento posiblemente nació hace unos pocos miles de años, cuando la experiencia verificó que una escala podía ser EQUIVALENTE a una situación real. Por ejemplo, la construcción de enormes monumentos, tales como las pirámides de Egipto o de cualquier otra cultura, exigía una planeación cuidadosa y un control importante sobre ciertos elementos. Por ejemplo, era necesario calcular previamente el volumen requerido de días de trabajo, el número de operarios, de alimentos y de materiales entre otros que hacían falta para construir un templo de aquellas magnitudes.

Los ejemplos a escala fueron la solución eficaz a los problemas de previsión. Lo que consumía un hombre, el trabajo que desarrollaba, los materiales que usaba en un día podían multiplicarse para el efecto de conocer las necesidades y capacidades de miles de ellos, durante el tiempo que hiciera falta.

Otro elemento que invitó a reproducir este tipo de experiencias fue la necesidad de comprobar PREVIAMENTE si las cosas que se diseñaban o construían funcionarían efectivamente. Aquí tampoco era necesaria la escala real, bastaba en disminuir las proporciones 10 o 100 veces para observar y pronosticar su

comportamiento en una situación específica. Ello debió ser muy socorrido en la planeación de lagos artificiales, desecación de pantanos, sistemas de riego y acueductos etc/.

La idea del experimento, es decir, la reproducción de un fenómeno y el control de ciertas circunstancias concomitantes, llegó mucho más tarde y corresponde al surgimiento de la ciencia como una actividad social independiente. J. Bernal considera que Galileo fue el precursor directo del experimento moderno, es decir, el innovador de este nuevo método de indagación.

Dada la claridad con que se describe uno de los primeros experimentos modernos, a continuación se muestra uno de los más famosos, tal y como lo expuso Galileo, cuando observaba Júpiter 17/:

"En efecto, el 7 de enero del año 1610, a una hora desde el ocaso, observando los cuerpos siderales con el anteojo, se hizo visible Júpiter. Y puesto que me había preparado un instrumento excelente (lo que primeramente no sucedió a cause de la imperfección del instrumento anterior), descubrí tres estrellas adyacentes, pequeñas pero sumamente luminosas, las cuales - aunque las tenía por pertenecientes al número de las fijas - me provocaron no poca admiración por el hecho de que se veían exactamente dispuestas según una línea recta paralela a la elíptica, y más brillantes que las otras estrellas de igual tamaño. Su posición relativa y la respectiva a Júpiter, era la siguiente:

Ori.                    \*   \*   O   \*                    Occ.

O sea que <sup>en</sup> la parte oriental había dos estrellas, y una hacia la occidental. La más oriental y la occidental parecían algo mayores que la restante; no me preocupé en absoluto de la distancia entre ellas y Júpiter, pues, como ya he dicho, las creí fijas. Cuando al día siguiente, ignoro por qué motivo, volví a realizar la misma observación, descubrí una posición muy diferente: las tres estrellas se hallaban hacia el oeste con respecto a Júpiter y más próximas entre sí que en la noche anterior, separadas mutuamente por espacios



Cabe agregar que en este ejemplo no sólo se descubre una nueva observación y se produce una nueva explicación, sino que Galileo va más allá al proponer una generalización que se dirige a explicar el sistema solar y no únicamente a Júpiter y sus lunas.

Del ejemplo anterior es posible destacar, que el curso de la ciencia experimental se desenvuelve normalmente a través de pausas alternadas entre el experimento y sus resultados y el ejercicio del pensamiento para encontrar la explicación satisfactoria del comportamiento observado - para Galileo, que era un hombre que tenía mucha prisa, esos intervalos eran muy rápidos - y su secuencia usual es: observación - hipótesis - experimento. El salto en el conocimiento científico aparece cuando surge un cambio observacional de un nuevo fenómeno que no puede ser explicado satisfactoriamente por la anterior teoría 25/, y entonces, el investigador trata de interpretar esa situación, con base en su experiencia previa e imaginación.

De la observación experimental le sigue una especulación en torno a la mejor explicación que el científico puede encontrar, sobre la naturaleza del fenómeno estudiado. Este nuevo supuesto - la conclusión - sería sujeto nuevamente a diversas pruebas experimentales para determinar el grado de generalidad que pudiera tener 26/.

Cabe hacer notar que la hipótesis o la teoría puede ser pensada sin realizar ninguna clase de descubrimiento experimental o incluso observación, como la afirmación de Copérnico. El experimento, sin embargo actúa en realidad como un disparador de

la imaginación del científico, pero debido a que existe un extenso campo para la especulación que es motivada por la teoría, la observación viene a ser absolutamente esencial como guía 277.

Lo que diferencia al diseño experimental del análisis convencional es el hecho de que en el primer caso es posible observar el efecto de una o más variables independientes sobre una o más variables dependientes. En otras palabras, no sólo el investigador es capaz de pronosticar que existirá un efecto probable, sino que puede demostrar que fue producido por una variable plenamente identificada y verificada.

El análisis no experimental sólo llega a un primer escalón del conocimiento científico, puede generalizar y pronosticar, pero es incapaz de demostrarlo por sí mismo, porque no puede controlar las variables más importantes. En cambio, la potencia de la observación experimental surge de sus mismas condiciones: Copérnico afirmó la existencia de un sistema heliocéntrico, pero no podía verificarlo. Por su parte, Galileo lo contrastó gracias a la observación sistemática, de un modelo en miniatura del sistema solar, es decir, de Júpiter y sus lunas.

El reto del método experimental consiste en mantener constantes otras variables que pudieran afectar los resultados. Para Díaz - Guerrero, un reconocido psicólogo experimental, eso "Constituye uno de los capítulos más interesante de la metodología científica en psicología y determina muy a menudo la eficacia y la validez del experimento" 287. El control total de las variables no puede llegar a producirse porque existen gran

cantidad de factores que se juzgan irrelevantes, por lo que no se toman en cuenta. Sin embargo, el control de las variables que se consideran más relevantes sí es importante, porque el experimento puede buscar modificar alguna variable para observar sus efectos, cuestión que no puede suceder en la observación no experimental. Como afirma Hempel 29/: "Si hacemos que esos factores varíen, lo que hacemos es explorar una gama más amplia de casos en busca de posibles violaciones a las hipótesis que estamos sometiendo a contrastación".

En consecuencia, el primer elemento que debería tomarse en consideración cuando se realiza un experimento sería el grado de control sobre lo que rodea al experimento 30/. Esto significa que entre mejor planeada sea la observación y en consecuencia mayor control se tenga sobre las variables no sometidas a experimentación (a veces se les llama variables intercurrentes) el experimento aumenta su grado de confiabilidad 31/. Ello puede ser relativamente sencillo en astronomía, pero en Ciencias Sociales el experimento es todavía más difícil de aislar y muchas veces el propio aislamiento deforma sus propias condiciones naturales. Aun así, es común que se realicen algunos experimentos sobre todo en psicología, pedagogía y economía, aunque es normal que el grado de control no sea todo lo adecuado que se requiera.

El objeto de controlar las variables intercurrentes, o sea, los elementos que rodean al fenómeno estudiado, busca como finalidad determinar si efectivamente se puede atribuir a la variable independiente el efecto producido en la variable que se ha seleccionado como dependiente. El resultado, positivo o negativo.

ofrece mayor seguridad que si sólo se hubiera hecho un análisis convencional, o sea, no experimental.

Otro elemento que interviene en el experimento es el grado de familiaridad que tiene el investigador con el objeto sometido a experimentación. Es lo que se denomina antecedentes del tema en cuestión 32/. Los investigadores pueden encontrar desde un problema muy estudiado cuya respuesta es inequívoca, por ejemplo, determinar el grado de resistencia que debe tener un cable eléctrico que permita el paso de una corriente de 127 voltios, o encontrar las lunas de Júpiter, hasta la inexistencia de antecedentes en torno al problema, como podría ser los efectos ecológicos de la deforestación en las zonas tropicales.

Finalmente un último elemento debe de contemplarse y es de vital importancia, y que son los cálculos estadísticos 33/. O más propiamente dicho, las fluctuaciones estadísticas que resultan de las diferencias observadas de los valores absolutos encontrados.

Aunque se ha mencionado que la estadística se utiliza en los análisis NO experimentales, para el caso de la experimentación adquieren una importancia muy especial, pues son estas mediciones de las fluctuaciones las que permitirán comparar los resultados y determinar la validez o certidumbre del experimento 34/.

El proceso de experimentación en ciencias como la física y la química, donde el control de variables es muy avanzado, consiste en repetir el experimento, esto generalmente se realiza dentro de un laboratorio. Esta repetición permite a través de medir las fluctuaciones observadas determinar la validez de los resultados.

Una secuencia más allá de la casualidad, que es detectada por los instrumentos, nos permite hablar de procesos y quizás de leyes.

En otras ciencias, en particular, las sociales, pero también en la biología, la agronomía, la medicina, entre otras, la manera de controlar las variables del fenómeno y de esa manera hacer EQUIVALENTES sus experimentos con los de la física y los de la química se resuelve a través del denominado "grupo control". Este sistema se usa debido al problema que representa el gran número de variables secundarias que afectan al fenómeno y no pueden controlarse directamente 35/.

Un ejemplo podría dar claridad en la distinción entre verificación experimental y no experimental. Supóngase que un investigador desea determinar cuál es el incremento de la productividad de un cultivo si se usa fertilizante. Para resolver el problema, tendría que escoger un campo agrícola y sembrarlo, posteriormente observaría su rendimiento. Mas como existe una multitud de otros elementos que determinen la productividad: como sería el régimen de lluvias, el barbecho, el tipo de semillas, la calidad de la tierra, entre otros, sería muy difícil determinar si efectivamente el aumento, si lo hubo y aun si no lo hubo, se debió al fertilizante empleado y no a la suma de todos los factores mencionados 36/.

Debido a dichos obstáculos, lo que se acostumbra es ocupar dos campos de siembra y darles exactamente el mismo tratamiento, con excepción del fertilizante 37/. Este sería usado en el campo "experimental", en tanto que el campo de "control" no tendría el fertilizante. Al final del proceso agrícola se obtendrían dos

resultados: la producción "control" y la "experimental", las diferencias entre ellas, podrían ser imputadas exclusivamente al fertilizante empleado.

Las diferencias encontradas, una vez cosechada la producción, podrían ser grandes o pequeñas (es muy improbable que pudieran ser exactamente iguales). Eso dependería del análisis estadístico que se realizara. Si las pruebas demuestran que esas diferencias son muy grandes, entonces, el investigador afirmaría que se trata de diferencias atribuibles directamente al fertilizante y no a un producto de la casualidad. En resumen, la experimentación recurre al grupo control cuando las condiciones del fenómeno no permiten aislar las variables indeseables dentro de un laboratorio 38/.

Quizás fuera necesario desarrollar un ejemplo en las ciencias sociales para mostrar la utilidad del experimento frente a la verificación no experimental en estos casos.

Supóngase que en el proceso de enseñanza aprendizaje que se recibe en las escuelas técnicas del nivel medio superior se ha incorporado la asignatura "Método científico" y que dicha asignatura tiene dos objetivos: el primero es "Al finalizar el curso el alumno explicará los procedimientos de indagación de que se vale un investigador científico para hacer su trabajo" y el segundo se refiere a que el alumno los aplicará "al planteamiento y resolución de un problema de investigación".

Si se deseara determinar qué tan útil es el curso para resolver el primer objetivo planteado, se podría proponer una investigación

de campo No experimental para resolver el problema.

El investigador escogería al azar a varios alumnos que hubieran cursado esa materia y les daría a resolver un cuestionario que evaluará el curso. Y supondría que si una alta proporción de alumnos respondiera satisfactoriamente los conceptos evaluados tendría en consecuencia un conocimiento amplio del quehacer del científico y por tanto satisfaría la mencionada asignatura el objetivo propuesto.

Sin embargo, un colega que es muy observador y crítico objeta los resultados encontrados y argumenta que aunque son interesantes los resultados, no son garantía de que el curso es el único causante de la conducta de los alumnos. Afirma que de hecho los resultados pudieron deberse a que el maestro puso mucho empeño, o que los alumnos eran muy estudiosos, o que simplemente las preguntas del examen eran muy sencillas.

El investigador podría repetir la prueba y demostrar que se llega a resultados semejantes, pero el crítico señalaría que lo único que confirmamos es que los resultados son los mismos, pero que ello no confirma las bondades del curso, es decir, la hipótesis original.

Para convencer a este colega escéptico de las posibilidades contenidas en esa asignatura, se tendría que diseñar algo que igualara las condiciones señaladas por él, pero que dejara al curso como un elemento independiente de análisis.

El investigador se encuentra frente a un típico problema de

7  
evaluación de la enseñanza por medio de la experimentación. O sea que, lo que necesita probar es que otros estudiantes semejantes en todo a los que se van a someter al experimento, pero que no llevarán el curso tendrán respuestas estadísticamente diferentes 39%.

De lo que se trata es de establecer un grupo "control", que tendrá las mismas características que el grupo "experimental", nos referimos igualdad en cuanto edad, ocupación, nivel socioeconómico, rendimiento escolar etc. Esto se logra al seleccionar al azar a los alumnos de ambos grupos - al azar significa que cualquier estudiante de nivel medio superior técnico que esté en el semestre correspondiente tiene las mismas probabilidades de ser elegido -.

A ambos grupos se les impartirían los cursos normales de todas las demás materias no sujetas a experimentación, sólo que el grupo control no recibiría la cátedra de "Método científico", en tanto que el grupo experimental sí lo recibiría 40%.

Se procuraría que los profesores fueran los mismos en las asignaturas comunes, con semejantes horarios, semejantes cargas de trabajo y finalmente los exámenes que aplicaríamos sobre la asignatura "Método científico" serían los mismos para ambos grupos y además los aplicaríamos al principio del curso y al final del mismo día.

Las calificaciones del primer examen darían el nivel de conocimiento previo, es de esperarse que sea semejante para ambos grupos de estudiantes, los del curso "control" y los del

"experimental". Al final del curso se volvería a evaluar a los alumnos, de ambos grupos, los resultados de las evaluaciones indicarían una serie de valores absolutos por cada alumno. Por ejemplo, 7, 7.5, 9, 6, 10 etc. entre cada uno de ellos habría diferencias y todos ellos diferirían más o menos del promedio general a que pertenecen, sea éste el de "control" o el "experimental" d27.

La comparación entre los promedios generales y sus fluctuaciones de los dos grupos informaría: 1) si existen diferencias estadísticamente significativas entre el principio y el final del curso. 2) y si también existen diferencias entre ambos grupos. Supóngase que así fue, y además a favor del grupo "experimental", entonces, el investigador estaría en posibilidades de afirmar que la hipótesis se confirmó, por lo que dicho curso informa, describe y explica a los alumnos de enseñanza técnica media superior, en una proporción (equis) mejor, los procedimientos de indagación de que se vale supuestamente un investigador para realizar su trabajo, que si no hubiera recibido tal enseñanza.

Debe notarse que aún no se ha dicho nada sobre el segundo objetivo del curso, aquel que se refiere a aplicar estos conocimientos por el alumno: "Al planteamiento y resolución de un problema de investigación". Ello es así, porque no se puede inferir directamente que del conocimiento que el alumno tenga de los procedimientos de investigación, podrá, por ese motivo, ser capaz de aplicarlos automáticamente. Tampoco se puede afirmar, por ejemplo, que TODOS los alumnos de enseñanza media superior se comportarían de la manera esperada, sino que sólo se pueden

generalizar las conclusiones del estudio a los alumnos de ese nivel pero de enseñanza técnica. Reconocer estas limitaciones es mantener una buena actitud científica y evitar por tanto las sobregeneralizaciones.

Para determinar si efectivamente esta asignatura auxilia convenientemente al alumno a plantear y resolver problemas de investigación, se tendría que proponer una nueva investigación que tratara de resolver ese problema.

En resumen, la diferencia entre la verificación que es experimental y la que no, consiste en el grado de control que se tiene sobre la materia investigada, ya que en ambos casos se planea y se observa. Sin embargo, en esta escala imaginaria debe reconocerse que en determinado momento se produce un cambio cualitativo. Pues, se pasa de la simple observación del fenómeno al control del mismo. Por tanto, es posible afirmar que el método experimental es el más poderoso que la ciencia ha desarrollado para investigar lo que acontece en la esfera de la naturaleza, o la sociedad. Como afirma Anguera 437:

"En ambos casos - observación y experimentación - el grado de control es el factor diferenciador determinante, y puesto que en el primero es nulo (observación pasiva) o mínimo (observación activa), en el segundo toma su valor más alto..."

El experimento, por tanto, es el método más potente que el hombre ha desarrollado, hasta ahora, para penetrar en los recónditos secretos de la naturaleza y la sociedad.

## NOTAS BIBLIOGRAFICAS.

1.- La verificación por la experiencia es una prueba más fuerte que la misma inducción probabilística. Como se ha señalado antes, para la investigación empírica esta es su máxima prueba, la confrontación con la práctica. Esta cuestión podría parecer confusa, sin embargo puede aclararse. El experimento es una prueba sólida, empero nunca será lo mismo frente al reto de someter a la explicación a todos los hechos relacionados con ella.

2.- Afirma Ayala que: "Si los resultados de una prueba empírica concuerdan con las predicciones hechas a partir de la hipótesis, se dice que la hipótesis ha sido corroborada provisionalmente; en caso contrario se dice que ha sido rechazada." EVOLUCION. p. 477.

3.- Véase Rubén Ardila. "En defensa del método experimental en psicología" Rogelio Díaz-Guerrero ET ALL. LECTURAS... pp. 81-82.

4.- Leon Brullion. LA INFORMACION Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CIENCIA. pp. 45-46.116.

5.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA... p. 113.

6.- Leonard Cottrell. EL TORO DE MINOS. p.10.

7.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA... p. 42.

8.- Considerado el libro de D. C. Baird como un clásico dentro de la física experimental y a pesar de ser este campo el que más ha desarrollado este proceso de verificación, expone, sin embargo, la opinión más liberal sobre lo que es el experimento: "Cualquier proceso planeado de observación creado por el hombre para incrementar su experiencia del mundo real" EXPERIMENTATION: AN INTRODUCTION... p. 75.

9.- Leon Brullion, físico francés, coincide con Baird en que lo determinante es la planeación. "Un experimento es totalmente distinto de una simple observación al azar. El investigador se plantea una pregunta que es resultado de su conocimiento científico previo; esta pregunta tiene por fin confirmar ciertas predicciones o bien preparar el camino para el descubrimiento de nuevos hechos reales. La pregunta debe formularse con precisión y deberá aplicarse a un problema que puede AISLARSE DEL MUNDO EXTERIOR" (subrayado suyo) A pesar de ello, suaviza posteriormente su anterior afirmación, al señalar en un tono conciliador "Un ideal que no siempre se realiza y que algunas veces es irrealizable. En la geología, en la sociología, el aislamiento no es factible." LA INFORMACION Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CIENCIA. pp. 45-46.

10.- Este autor es un poco más exigente con respecto a los

requisitos de un experimento, pues destaca la necesidad de llevar un control sobre la observación que se realiza: "El experimento es una experiencia a la que nos referimos muchas veces como prueba ... En sentido literal, si se altera el equilibrio al forzar a las cosas a que nos muestren su comportamiento en diferentes circunstancias y luego, a partir de ahí, hallar su naturaleza esencial." John Bernal. LA PRENECCION DEL HOMBRE. pp. 19-21. Véase también del mismo autor LA CIENCIA EN LA HISTORIA. p. 47.

11.- Es curioso que Fogelio Díaz-Guerrero, reconocido psicólogo experimental sea aún más exigente con respecto a las características del experimento, apunta: "Los diseños experimentales con aquellos métodos o procedimientos utilizados para determinar el efecto de una o más variables independientes en dos o mayor número de sujetos ... Buscar las formas y maneras de mantener constantes a las variables controlables constituye uno de los capítulos más interesantes de la metodología científica en psicología y determina muy a menudo la eficacia y validez del experimento". LECTURAS PARA EL CURSO DE PSICOLOGIA EXPERIMENTAL. p. 60 y p. 53.

12.- Mario Bunge es de la opinión de que las observaciones astronómicas pueden considerarse experimentales debido a que: "El problema que se plantearon fue de explicar ciertas irregularidades halladas en el movimiento de los planetas exteriores (a la tierra); pero esas irregularidades no eran fenómenos observables; consistían en discrepancias entre las órbitas OBSERVADAS y las CALCULADAS ... La observación del cielo y el descubrimiento del planeta en el lugar y el momento predicho no fueron sino el último eslabón de un largo proceso por el cual se probaron conjuntamente varias hipótesis" Bernal calificó de experimentales los descubrimientos que hizo Galileo en astronomía.

13.- El filósofo soviético P.V. Popov afirma, por ejemplo, que el experimento es un "Método de estudio de los fenómenos que permite al hombre intervenir activamente en el curso de su desarrollo" LOGICA DIALECTICA. p. 52a.

14.- Díaz-Guerrero, psicólogo experimental, acota las exigencias que a su juicio emanda el experimento: a) Definir claramente aquellos cuyos efectos deseamos investigar. b) definir el objeto sobre el cual se va a actuar. c) definir las circunstancias bajo las cuales se actuará y d) determinar el aspecto que deseamos estudiar de los variados efectos que pueden producir. LECTURAS PARA EL CURSO DE PSICOLOGIA EXPERIMENTAL p. 45.

15.- El control en astronomía lo hace el campo que abarca el telescopio y la abstracción que hace el astrónomo de todo el resto de cuerpos celestes que quedan incluidos dentro del campo ocular del telescopio. En el caso histórico involucrado la observación experimental la determina la planeación anticipada que permitió ubicar de antemano dónde debía realizarse el trabajo de observación.

16.- John Bernal. LA PROYECCION DEL HOMBRE. HISTORIA DE LA FISICA CLASICA. pp. 19-21.

17.- IBIDEM. pp. 104-105.

18.- Es claro que Galileo sólo muestra las estrellas que le interesan y no consigna al resto de las estrellas que rodean a Júpiter.

19.- Se puede constatar en este pasaje que Galileo frente a un fenómeno que no concuerde con la teoría, propone una nueva hipótesis explicativa.

20.- Debe recordarse que el paradigma reconocido en aquel entonces imaginaba una bóveda donde las estrellas estaban fijas en el cielo.

21.- Este comentario, junto con el de la calidad del telescopio muestra que Galileo era muy consciente de hacer explícitas las limitaciones de sus observaciones. Ello conlleva una actitud abierta hacia la ciencia.

22.- Primera conclusión de sus observaciones, la cual le induce a rechazar la hipótesis propuesta por él mismo.

23.- Esta es una nueva conclusión producto de nuevas observaciones y una búsqueda de la explicación del fenómeno.

24.- John Bernal. LA PROYECCION DEL... p. 105.

25.- D.C. Barid. EXPERIMENT... pp. 75-78. Si el científico no estuviera dispuesto a revisar a la propia teoría establecida y aun refutarla, es claro que podría buscar siempre una explicación AD HOC, pero como ya se ha remarcado, esa es una mala actitud científica, que enseña a un espíritu conservador, antes que transformador. Casi todas las disciplinas producen este tipo de "investigadores", pero existen algunas donde este tipo de personas predomina. En estos casos como puede suponerse el futuro de la ciencia es casi estéril.

26.- Avala ET AL. describe esta fructífera interrelación de la siguiente manera: "Las conjeturas imaginativas y las observaciones empíricas son procesos mutuamente interdependientes. Las observaciones realizadas para probar una hipótesis constituyen a menudo la fuente de inspiración de nuevas conjeturas o hipótesis". EVOLUCION, p. 476.

27.- Este es otro aspecto que Karl Popper minimiza: "Se habrá observado en mi formulación que cuando hablo de desarrollo del conocimiento científico lo que tengo IN MENTE no es la acumulación de observaciones, sino el derrocamiento repetido de teorías científicas y su reemplazo por otras mejores o más satisfactorias". Mario Casanueva ET AL. Compiladores. LA CIENCIA Y SUS METODOS. p. 37.

28.- Rogelio Díaz-Guerrero. LECTURAS... p. 50.

29.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA ... pp. 40-41.

30.- Díaz-Guerrero apunta al respecto que: "La fundamental preocupación que han desarrollado estos específicos diseños experimentales ha sido la de lograr que todos los factores posibles que entran en un experimento a más de aquellos cuyos efectos queremos medir, puedan ser mantenidos constantes; y esto pare que su efecto sobre los resultados del experimento no lleguen a interferir con los efectos de aquellas variables que fundamentalmente queremos investigar." LECTURAS ... p. 64.

31.- Carl Hempel apunta que las implicaciones contrastadoras que pueden reproducirse a voluntad; y cuando la reproducción de estas condiciones supone cierto control de un factor, proporcionan la base para una CONTRASTACIÓN EXPERIMENTAL. "que equivale a crear las condiciones C y comprobar luego si E se produce tal y como la hipótesis implica". FILOSOFIA DE LA ... pp. 39-40.

32.- D. C. Beard. EXPERIMENT... pp. 79-81.

33.- ibidem. PP. 84-87.

34.- Díaz-Guerrero destaca la necesidad de recurrir a procedimientos estadísticos: "Los resultados al respecto de la variable dependiente que se haya seleccionado deberán ser sometidos a un análisis. Es frecuente que sea de tipo estadístico." LECTURAS... p. 47.

35.- Afirma Rogelio Díaz-Guerrero que otra preocupación fundamental en el experimento ha sido encontrar la solución al conocido con el nombre de problema del grupo control en la experimentación que parece ser la única solución para poder afirmar que efectivamente fue la variable independiente la que provocó los cambios en la variable dependiente". LECTURAS. p. 65.

36.- Este es un típico trabajo de campo. no quiere decir que no tenga cierta validez sólo que el grado de control sobre sus variables es muy limitado.

37.- En rigor los experimentos son más elaborados, porque lo que en realidad se acostumbra es cuadrricular el terreno y distribuir el fertilizante en proporciones diferentes en cada cuadrícula, de este modo no sólo se determina si el fertilizante es útil, sino cuál es la proporción más conveniente, de acuerdo a su rendimiento e incluso su costo. El caso que exponemos es más sencillo por razones de exposición.

38.- Rogelio Díaz-Guerrero. LECTURAS. P. 64. Ardila ET AL. explica que un experimento de campo que refleja una situación real es menos preciso, que el realizado en un laboratorio. "En defensa..." IBIDEM. p. 82.

39.- Véase Fogelio Diaz-Guerrero IBIDEM pp. 66-68.

40.- Carl Hempel afirma que: "Una contrastación experimental consiste, entonces, en variar los valores de las variables independientes y comprobar si la variable dependiente asume los valores implicados por la hipótesis". FILOSOFIA DE LA ... p. 40.

41.- Existe una variable que no puede ser media en este caso y es la influencia del profesor que da la asignatura. Anular esta objeción exige la creación de otro grupo "experimental" el "B". Mas dada la complejidad que esto significaría para la exposición se prefirió omitirlo.

42.- La construcción del instrumento registrador y su validación es otro de los elementos indispensables dentro del quehacer de la experimentación.

43.- Teresa Anquera. METODOLOGIA DE LA OBSERVACION EN LAS CIENCIAS HUMANAS. p. 22.

## CAPITULO 1. LAS EXIGENCIAS DE LA COMUNICACION CIENTIFICA.

Cada investigación científica proporciona una información que por regla general tiene la cualidad de ser nueva, original y además ofrece los elementos para entender y quizás solucionar un problema. Su elaboración tiene una gran dosis de esfuerzo personal, sin embargo, para que cumpla a plenitud su función es necesario que dicha información adquiera un carácter social, es decir, que sea transmitida a las personas indicadas, ya sea al resto de la colectividad científica, o a las instancias encargadas de utilizar esa vital información.

La comunicación científica, entonces, forma parte elemental del conocimiento científico, debido a que es la etapa que permite a otros miembros de la colectividad informarse de los resultados, proceder a utilizarlos en futuros problemas y aun someterlos a verificación. Y de esta manera, corroborar la validez de la justificación que el investigador ofrece y eventualmente considerar dichos resultados como parte de la ciencia, de una ciencia en particular.

Como es de suponerse, el hecho de que el investigador desee que los productos que ha generado formen parte del bagaje científico exige que la comunicación sea muy estricta y que logre publicarse. Aunque existen novedosas formas de comunicar los resultados de las investigaciones, como por ejemplo, a través de audiovisuales, conferencias, cursos, etc. la forma típica en que se presentan los resultados es a través de un informe escrito que

tiene ciertas exigencias en cuanto a su forma y contenido.

Se debe destacar que la importancia del comunicado científico reside en que NO es el reflejo directo del proceso de investigación. Esto quiere decir que el comunicado no reproduce todas las acciones que el investigador realizó sino sólo una parte de ellas. ¿Cuáles? Cabría uno preguntar. La respuesta al parecer es simple: AQUELLAS ACCIONES QUE PERMITEN CONOCER EL PROBLEMA Y LA SOLUCIÓN PROPUESTA, REPLICAR LOS EXPERIMENTOS, CORROBORAR LAS OBSERVACIONES, VERIFICAR LA VALIDEZ DE LOS DATOS, LAS OPERACIONES Y LOS RESULTADOS ENCONTRADOS, Y LA CONSISTENCIA DE LAS PREVISIONES. Esto significa que el científico deberá omitir muchas operaciones, quizás importantes, que se realizaron a lo largo de la investigación, pero que no son necesarios para la ciencia.

El científico descarta al hacer su informe, por ejemplo, todo el proceso subjetivo (como las analogías que permitieron atisbar el problema o las asociaciones que hicieron posible el descubrimiento de la hipótesis verdadera) que le permitió encontrar el problema y descubrir su explicación. En cambio, es necesario comunicar en términos muy estrictos la formulación de los objetivos y las hipótesis que normaron la investigación. El caso que parece ser más interesante en este divorcio entre la investigación y la ciencia, parece ser la omisión, en el informe, de gran parte del análisis y de las hipótesis que por alguna razón no fueron verificadas y por tanto, el investigador considera que no merecen estar presentes en el reporte. Tampoco se describirán las operaciones que no pudieran reproducirse por

un observador calificado pero imparcial.

El resultado de este estilo de comunicar contempla una interesante paradoja. El informe proyecta una combinación de sobriedad y aparente sencillez, pero que tiene el defecto de mostrar una falsa imagen del proceso de investigación, debido a que al lector desprevenido le parecerá que se encuentra ante un aparato soberbio de demostración lógica, donde el error es algo que no tiene cabida en la investigación. En realidad lo que debería asombrar al lector es la rigurosa exigencia que se le pide a la investigación para que sus resultados puedan ser parte de la ciencia.

No siempre esta idea de ocultar diversas operaciones, mentales y manuales, del proceso de la investigación fue una práctica general. En los albores de la ciencia moderna, cuando apenas se tanteaban nuevas formas de expresión y comunicación, el informe podía contener comentarios, anécdotas y reflexiones que para vez aparecen en la actualidad. Kepler, por ejemplo, era muy explícito al referirse a las experiencias que le habían desviado de la solución anhelada. En su primera publicación confesaba lo:

"Casi perdí todo el verano con este pesado trabajo. Por fin me acerqué a los verdaderos hechos en una ocasión desprovista de toda importancia. Yo creo que la divina providencia dispuso las cosas de manera que aquello que no pude obtener con todos mis esfuerzos me fue dado por azar. Y creo que esto es así tanto más cuanto que siempre rogué a Dios que me considerara el éxito de mi proyecto. Si lo que Copérnico había dicho era verdadero".

Vale la pena recoger otro pasaje de este eminente científico:

"Si mis cifras falsas se aproximaban a los hechos, esto fue sólo obra del azar... Estos comentarios no son dignos de publicarse. Sin embargo, me procura placer recordar cuantos rodeos tuve que dar, cuantas paredes tuve que andar recorriendo a tientas en la oscuridad de mi ignorancia, hasta hallar la puerta que se abre a la luz de la verdad... De esta manera yo soñaba con la luz de la verdad."

Absorto Kepler en demostrar la idea copernicana, la cual contemplaba al sol como el centro del universo, no vaciló en relatar ampliamente su proceso de aproximación que no es otro que el empírico del ensayo y el error. La duda que a Kepler le asaltaba era la siguiente: ¿~~2~~ qué existían cinco planetas y no seis o cien? En su primer intento trató de demostrar que existían una diferencias aritmética o proporcional entre ellos. En el segundo intento intercaló un planeta auxiliar entre Mercurio y Venus y otro entre Júpiter y Marte. Los justificó suponiendo que eran demasiado pequeños para ser vistos. En el tercer intento para explicar su problema intercaló figuras geométricas entre cada planeta y finalmente en su cuarto y "triumfal" aproximación planteó la posibilidad de que existieran figuras geométricas tridimensionales entre planeta y planeta. Como los únicos cuerpos geométricos simétricos en esas dimensiones son cinco, creyó al fin encontrar la respuesta adecuada: Había cinco planetas porque había cinco cuerpos perfectos y cinco espacios entre los planetas ~~20~~.

Años después Kepler se daría cuenta de su error, aun para la última respuesta encontrada. Ello acrecienta el valor de esta publicación para entender cómo opera la investigación científica, pues los interesados en la ciencia en cualquiera de

sus disciplinas están acostumbrados únicamente a leer informes que encuentran resultados válidos y por tanto tienden a considerar al método como un "camino real" que garantiza o debe garantizar si se siguen los pasos previstos el dominio del problema planteado.

Otro hecho interesante en la construcción del comunicado contemporáneo es que se omitan partes significativas del propio análisis. En particular cuando este análisis lleva a desechar supuestos que el investigador ha trabajado, ya sea porque fueron aproximaciones demasiado toscas, o porque la hipótesis no se convalidó. Cuanta diferencia existe entre Kepler, el cual era prolijo en detallar sus propios fracasos frente a, por ejemplo, Galileo, contemporáneo suyo, el cual inaugura el moderno estilo de la moderna literatura científica, según lo afirma Hoestler 3/:

"A diferencia del exuberante estilo de Kepler pasajes enteros del SIDEREUS NUNCIUS podrían pasar por las eustéras páginas de una revista de física de nuestros días ... Lo que creó el efecto dramático no fue este o aquel detalle particular, sino el contenido total del MENSAJERO DE LOS ASTROS. ... La razón principal de ello residía, sin duda, en que era un libro muy fácil de leer".

Dos siglos más tarde el estilo galileano se consolidó dentro de la astronomía y la física y también la biología. La perfección de los experimentos en genética descritos por Mendel hace suponer que él tenía muy en claro qué era lo que esperaba encontrar, incluso antes de empezar los primeros experimentos consignados en su trabajo. Ello hace afirmar al biólogo Ayala "Podría ser que Mendel hubiese llevado a cabo algunos experimentos previos..." 4/.

La práctica regular del científico consiste en omitir ciertos aspectos del análisis que no juzga relevantes para los efectos de la justificación de la investigación, y de hecho pueden ser omitidos si se desea replicar el experimento. Esta omisión de, digamos, la parte oscura de la investigación, le puede producir al lector poco avezado en esta práctica, la impresión de que el método empleado opera en una forma puramente deductiva, y que el método le permitió al investigador hilvanar los pasos lógicos y al parecer inevitables para coronar sus esfuerzos con el éxito final.

Lo cierto es que esta apreciación es totalmente falsa, porque la comunicación NO ES SIMETRICA AL ANALISIS realizado, si no sólo a sus partes relevantes y replicables. Si se toma en consideración esto, se podrá entender que el método facilita, planea y dirige el procedimiento de investigación, a través de la ruta del ensayo y el error, pero de ninguna manera garantiza el éxito de la misma. La comunicación no tiene por función mostrar los secretos de la investigación, sino sólo demostrar la parte del conocimiento que al parecer fue verificado y pretende formar parte de la ciencia *SV*.

Es probable y quizás beneficioso, para la imagen de la ciencia y para su internalización en la sociedad, que en la medida que la ciencia se aleje en el tiempo del modelo mecánico se recupere un poco la modestia que entre los científicos debería privar. Ello quizás invite a producir informes que expresen de manera más humana, es decir, más contradictoria, más rica en situaciones y quizás emociones, los pormenores y los hechos, los fracasos y

los triunfos de la actividad investigativa .

Ello quizás ayude a elaborar una imagen más real y humana de la ciencia y permita que sea vista como un proceso creativo, producto del esfuerzo de los hombres y no de seres especiales y casi inhumanos.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- MYSTERIUM COSMOGRAPHICUM (G.W., Vol I) Prefacio al lector. Kepler. APUD. Koestler. LOS SONAMBULOS. p.222. IBIDEM. p. 260.
- 2.- Koestler. LOS SONAMBULOS. p. 224-225.
- 3.- IBIDEM. LOS SONAMBULOS. p 257 y 260.
- 4.-Ayala en Dobzhensky ET AL. EVOLUCION. p. 481. En ciencias sociales este fenómeno no pasó desapercibido, ya Marx hacia notar que: "el método de exposición debe distinguirse formalmente del método de investigación ... y si se sabe hacerlo y consigue reflejar idealmente la exposición la vida de la materia, cabe siempre la posibilidad de que se tenga la impresión de estar ante una construcción A PRIORI" (el subrayado es del autor) EL CAPITAL. p. XXIII.
- 5.- Véase a Eli De Gortari. INTRODUCCION... p. 316-317.

## QUINTA PARTE.

### CAPITULO 2.

#### LA ELABORACION DEL INFORME CIENTIFICO.

El elemento nodal que rige la redacción y elaboración de un informe científico consiste en poner en un lenguaje ORDENADO, CLARO y PRECISO lo que desea expresar el pensamiento 1/. Por ello, el investigador enfrenta su primer reto cuando desea ofrecer una adecuada redacción de su trabajo. De la Torre ofrece una síntesis de los elementos que debe contener el lenguaje en el discurso científico 2/:

"Todo discurso, en el sentido de escrito que transmite las ideas, siempre debe contener tres elementos necesarios e inevitables: sustantivos, adjetivos y verbos. ... El escribir es la conjunción o cristalización del pensamiento en una o varias oraciones, esto es en una cláusula, y no hay que olvidar que toda oración se integra por sujeto, verbo y complemento (en ese orden de preferencia), ligados no sólo a través de reglas gramaticales, de la prosodia y la sintaxis fundamentales, sino también por medio del gusto que el escritor les imprime".

Jeremy Bernstein remarcó esta característica: "El profesor Frank (1874-1966) me explicó una vez cuál era su criterio sobre buenos escritos científicos para un público lego, y consistía en que no sólo debían instruir al lector, sino también al profesional resaltando los principios generales que con tanta frecuencia se dan por sentados 3/.

Existen fundadas razones para obrar de este modo, los epistemólogos neopositivistas, por ejemplo, destacan que el análisis crítico de un trabajo científico debe comenzar por el análisis del lenguaje. Afirma Bunge 4/:

"El análisis lógico (tanto sintáctico como semántico) ES LA PRIMERA OPERACION QUE DEBIERA EMPRENDESE AL COMPROBAR LAS HIPOTESIS CIENTIFICAS, sean fácticas o no" y agrega: "Esta norma debiera considerarse como una regla del método científico".

Y Hans Reichenbach afirmó 5/: "El análisis del error principia con el análisis del lenguaje".

Al neófito en investigación pudiera sorprenderle la acuciosidad que se debe poner en la forma de comunicar la investigación, pero el científico no puede soslayarla. Heisenberg interpreta esta exigencia de la siguiente forma 6/:

"La razón de que se concediera tanta importancia a este problema del lenguaje debió ser que Sócrates, por un lado, sabía cuántos malentendidos puede causar el uso descuidado del lenguaje y cuán importante es usar términos precisos y aclarar los conceptos antes de emplearlos; mientras que, por otro lado, se daba cuenta de que esta podía ser una tarea imposible. La situación a la que nos enfrentamos en nuestro intento de comprender puede ser de tal naturaleza que nuestros modos de expresión actuales no nos permiten una descripción clara e inequívoca."

Esta necesidad de alcanzar el orden, la claridad y la precisión se contrapone con otras ideas acerca del papel que debería tener la comunicación en la ciencia. Francisco Gómezjara y Nicolás Pérez, por ejemplo, se suman a la idea de que "en cuanto a riqueza de la expresión, Severyn Bruyn apunta el uso de la METAFORA, la PARADOJA, la IPONIA, la SINECDOTE y la METONIMIA, en la redacción sociológica" 7/. Precisamente el discurso científico tiene que evitar estos recursos del lenguaje en la medida de lo posible. Estos elementos recurren a otros recursos ajenos a la discusión científica de las ideas para calificar o descalificar un análisis. El mismo De la Torre al que se ha recurrido en algunas referencias se desvía del propósito final que persigue un

discurso científico al pretender ser claro, preciso, y ordenado, ya que según él, lo que se pretende es lograr "un escrito sencillo, limpio y bello" 8/. El investigador lo que debe pretender es la descripción clara e inequívoca de lo analizado. No quiere decir que esos recursos no sean válidos para otros tipos de lenguajes; como el político, el poético o el novelesco.

En un escrito científico la claridad significa desarrollar un estilo que lleve al instante al lector a las cosas sin detenerse en las palabras. La precisión implica que los términos a que se recurran se presten a un mínimo de interpretaciones diferentes. El orden pretende hilar idea tras idea de una manera coherente, que evite las lagunas u omisiones en la exposición. Para el investigador la práctica de estas exigencias patentiza la racionalidad que debe privar en su comunicación y demuestra una buena actitud científica. Cabe agregar que tales reglas no se interiorizan con sólo aprender un manual, si no que son producto de una amplia cultura, una continua y perseverante lectura y una práctica constante de la escritura 9/.

De acuerdo a ciertas convenciones que por cierto han variado, es común que se escriba en tercera persona del singular o primera del plural y que se estime de mal gusto utilizar el primero del singular, aunque fue un estilo muy socorrido, por ejemplo, por los primeros científicos modernos, como Kepler.

Una vez hecha patente esta necesidad primaria de la comunicación científica es posible pasar a la cuestión de cómo se elabora un informe científico. Para ello debentomarse en cuenta los elementos siguientes: Se posee un anteproyecto que contiene, por

lo menos los siguientes elementos:

a) el planteamiento del problema, b) la presentación de un objetivo, c) la exposición de las hipótesis a comprobar y, d) el plan de acción, o metodología correspondiente.

Además, se ha puesto en práctica el plan metodológico, por lo que se posee el trabajo de verificación. Con base en ellos se ha realizado el análisis y establecido las conclusiones. Se han realizado una serie de observaciones, lecturas y experimentos que permitieron hacer una serie de fichas de diverso tipo, tarjetas, formularios, tabulaciones, codificaciones y existe quizás una serie de cuadros y operaciones estadísticas consignadas, también esquemas, resúmenes, así como gráficas (éstas son muy apreciadas en ciencias naturales debido a que permiten visualizar el comportamiento de las variables  $10^4$ ), pero también mapas y cronologías (estos últimos elementos son de gran utilidad en ciencias sociales porque ubican en un parámetro espacio temporal específico el fenómeno estudiado).

Al investigador le corresponde ahora organizar y clasificar todo ese material con el objeto de reorganizar el archivo que ha creado. Debe ahora darle la estructura que considere la más pertinente para elaborar el argumento más convincente que se pueda, guardando siempre aquellas "buenas actitudes científicas" que se sintetizan en expresar los resultados de una manera objetiva, racional, sistemática y verificativa. En el plano operacional se procura organizar ese archivo de acuerdo a las hipótesis propuestas, o de acuerdo los objetivos, si son varios. De esta manera se constituyen de forma casi natural los capítulos

que formarán parte del informe, y se puede proceder a la redacción del informe final. El cual se recomienda que se inicie por el análisis de los resultados.

Es notable que los manuales metodológicos no resalten este detalle, generalmente el orden que proponen es similar a como se presentan en el informe final. Francisco Gomezjara y Nicolás Pérez proponen el siguiente orden: Prólogo, introducción, exposición del texto central, conclusiones y recomendaciones, apéndices y memoria metodológica técnica, fuentes e índices y, según parece recomiendan este mismo orden en la redacción del informe. Ciro Cardoso, por su parte, recomienda para los estudios históricos elaborar un plan cronológico o lógico-sistemático, que constaría de: INTRODUCCION que aglutina el planteamiento del problema, delimitación, hipótesis, metodología y justificación, CUERPO DEL TEXTO, que se encontraría dividido en capítulos y CONCLUSIONES, que incluirían una síntesis final, evaluación de hipótesis y limitaciones. Finalmente el aparato de erudición. Mas Cardoso no aclara si existe algún orden de prioridad en su elaboración 117.

La redacción del análisis involucra una operación muy personal, ya que cada investigador lo desarrolla de muy diferente manera, según se trate de la complejidad del asunto, el tiempo que se tenga y las costumbres del autor. Los hay quienes prefieren terminar su levantamiento de datos y el último cuadro estadístico antes de escribir una sola línea. Otros prefieren hacerlo cada vez que consideran que la información de un capítulo está terminado. El historiador económico, Carlo Cipolla afirmaba

12/: "Al empezar a escribir, me siento devorado por un fuego diabólico que me impele a decir rápida y suscitivamente lo que tengo que decir". Lo relevante para esta etapa es que la redacción debe describir de manera amplia y convincente los resultados encontrados. El investigador avudado de los datos 13/ describirá lo más claro posible las relaciones detectadas, los procesos involucrados y quizás las estructuras subyacentes que directa e indirectamente son parte de las variables involucradas en la verificación.

Lo que es recomendable al redactar el informe es guardar la coherencia hasta el fin y mantener en esta fase aquellas "buenas actitudes o intenciones científicas" a las que continuamente se ha hecho referencia y que se sintetizan en desarrollar los siguientes elementos:

1) La investigación debe redactarse en un lenguaje ordenado claro y sencillo: sólo en los casos donde los términos se presten a confusión se debería recurrir a conceptos especializados. De la Torre ofrece una amplia exposición en contra del exceso de especialización a la hora de presentar el discurso en ciencias sociales, tanto por lo que se refiere al matematismo, como al operacionalismo y la superespecialización 14/. Asimismo puede criticarse el exceso de sofisticación metodológica cuando lo buscado puede ser resuelto por métodos más sencillos. Si se acude a métodos medurables se recomienda dar preferencia a la cuantificación o a la gradicación y en tales casos es recomendable explicar cuáles fueron los criterios y razonamientos que permitieron que las medidas y sus fluctuaciones se

convirtieran en conclusiones 14/. La intención es que el lector llegue al fondo del pensamiento del investigador de una manera directa. El propósito es demostrar que el lenguaje no se convierte en un escudo de la ignorancia de quien escribe 15/. El investigador y sus lectores deben tener presente que la oscuridad en el lenguaje no es un signo de sabiduría, sino de hipócrita ignorancia.

2) El investigador debería hacer pública toda la información que utilice. Ello significa que pondrá especial cuidado en identificar las fuentes originales de la información utilizada y mostrar, con lujo de detalles, los procedimientos estadísticos empleados, así como hacer explícitas las variables controladas y las experimentales (si las hubiera) para hacer sus análisis. Al hacer esto, reconoce que puede existir un error involuntario en los procedimientos de que se vale, a pesar de sus esfuerzos por evitarlo. Permite también la verificación crítica de su razonamiento.

Cualquier reticencia a hacer pública su información pone en entredicho la actitud científica de investigador, que casi por definición tiene que ser abierta. Un cuadro incomprensible, una fórmula no desarrollada o incompleta, una insuficiencia o carencia de referencias, una falta de sistematicidad en la presentación de resultados, una redacción confusa o deliberadamente oscura y oblicua puede echar a perder todo el esfuerzo anterior. La oscuridad en este renglón metodológico pondría rápidamente en entredicho la "buena actitud hacia la ciencia", pues es precisamente en estos procesos de

sistematización donde el charlatán, el chapucero, el diletante y el autoritario se dejaban, ya que evitarán a toda costa mostrar qué fue lo que exactamente hicieron para arribar a sus conclusiones 16/.

El análisis, debe recalcar, no es producto de un salto incomprensible únicamente permitido a los "iniciados" o los "genios" y por ende imposible de seguir. No es resultado tampoco de una imaginación y creatividad desbordada; en realidad estos son los argumentos de los embusteros y de los oportunistas que usan a la ciencia para otros fines. EL ANALISIS DEBE PARTIR DE UNA ORGANIZACIÓN SISTEMÁTICA que no teme mostrar ni sus fuentes de información, ni sus procedimientos, su fuerza reside precisamente en ello 17/.

Aunque es necesario dar una expresión cabal y detallada de lo que el investigador hizo para llegar a ciertos resultados, no debe olvidarse que tales elementos sólo deben servir para contrastar las hipótesis originales, en este sentido tienen tanta importancia mostrar los datos que corroboran una teoría como aquellos que la rechazan. Esta quizás es una de las actitudes fundamentales del científico moderno que no se empezó a generalizar sino a partir del siglo XVI. Copérnico, por ejemplo, le confesó a Pético (su único y brillante discípulo) 18/:

"Que los antiguos lo habían defraudado, que no se habían mostrado desinteresados, sino que habían dispuesto muchas observaciones de manera tal que encajaran con sus teorías personales sobre los movimientos de los planetas."

Esta "mala actitud" no se ha desterrado por completo, sin duda refiriendo experiencias de un pasado no muy lejano el filósofo

soviético Andreiev hace este comentario 197:

"De ello resultan evidentes también las nefastas consecuencias que acarrea el dogmatismo en el conocimiento, la ciega posternación ante las autoridades de la ciencia, ante las teorías anticuadas, cuando entre toda la variedad de hechos empíricos o teóricos descubiertos por la ciencia se escogen y toman en cuenta sólo los que concuerdan con la teoría vigente, y aquellos que se contradicen con esta teoría, y ellos no lo explican, son desechados..." .

Algo parecido puede decirse de la redacción de las conclusiones; pues antes que nada deben responder al objetivo general que animó originalmente al estudio. En esta etapa el investigador debe guardar un justo equilibrio entre los resultados obtenidos y la dimensión del universo estudiado 207 y evitar hasta donde le es posible la sobre-generalización o la esquematización. Un problema de equilibrio verdaderamente difícil de lograr. En última instancia las conclusiones procurarán ofrecer una EXPLICACION de los procesos observados y una PREDICCIÓN de sus eventuales comportamientos futuros. A veces, cuando los resultados así lo ameritan, se incluyen generalizaciones en forma de adiciones a anteriores teorías o incluso se anuncia una nueva proposición teórica.

Es frecuente que posterior a las conclusiones se abra un apartado de recomendaciones. Ahí se asentarán las sugerencias prácticas para enfrentar el problema, si la investigación tuvo ese propósito, o en caso de que la finalidad hubiese sido de ciencia "pura" debería, por lo menos, sugerir nuevas líneas de investigación relacionadas con el problema o la teoría enfrentada.

El investigador también debe recordar que las recomendaciones deben guardar la debida consonancia, esta vez con las conclusiones del estudio. Cuando la investigación tiene propósitos ajenos a la ciencia, es decir, busca justificar a cierta autoridad o hacer prevalecer determinados intereses, o mantener algún poder sobre los hombres o simplemente sostener los viejos prejuicios, es en este apartado donde se descubren sus aviesas finalidades, pues aquí se ven precisados a desbordar los límites de la investigación y hacer públicos sus propósitos. Por ello un investigador tendrá que estar consciente de los alcances pero también <sup>de</sup> los límites de su investigación.

Terminada y quizás corregida la parte sustancial de la investigación (análisis, conclusiones y recomendaciones) el investigador se encuentra en condiciones de plantear la introducción de la investigación. Se trata de completar y ampliar aquella primera versión que era su viejo anteproyecto sólo que ahora ya no se refiere a lo planeado, sino a lo ejecutado. Por eso mismo existen un cúmulo de nuevas experiencias, que deben patentizarse, sin embargo, no se modificarán los objetivos y supuestos originales que dieron origen al estudio. Este último detalle es significativo ya que muestra la actitud del científico frente a su propia obra. Más de un investigador ha considerado necesario modificar sus hipótesis iniciales a la luz de los resultados, para tratarlos de hacer coincidir. Creen que la investigación se destaca por plantear hipótesis válidas desde su inicio. Olvidan que los supuestos sólo tienen valor por su capacidad orientadora.

El investigador procurará señalar qué fue lo que hizo, pero también lo que dejó de hacer. Por ello es conveniente apuntar con precisión y acuciosidad la información relativa a los instrumentos empleados y a la forma específica de cómo fueron usados. Se mostrarán con lujo de detalles los procedimientos estadísticos a que se recurrió. Se hará especial énfasis en los criterios de selección utilizados para escoger la prueba estadística. Es recomendable hacer mención de los obstáculos imprevistos y la forma en que fueron resueltos. De esta manera se hacen públicas las posibilidades del estudio, pero también sus limitaciones y sobre todo se hace patente una buena actitud científica por parte del investigador, el cual proporciona todos los elementos necesarios para que, si es necesario, se repliquen sus observaciones y se verifique críticamente toda la investigación.

El mérito del investigador estriba en su originalidad para encontrar un problema y realizar un descubrimiento que lo resuelva. Pero la heurística es descubrimiento científico sólo cuando puede ser verificado por otro profesional con habilidades parecidas. La investigación no pretende llegar a un conocimiento que ningún otro mortal pueda alcanzar, esto último es magia, charlatanería, fe religiosa o dogmatismo. Eso es importante no olvidarlo.

En la introducción se recomienda, a veces, incluir un resumen de cada capítulo y las conclusiones más significativas. Aunque es de pensarse si vale la pena, porque en muchas ocasiones obvia el intrincado esfuerzo que el investigador ha realizado para llegar

a esos resultados, y por lo mismo desvaloriza su trabajo a ojos de gente que no entiende el esfuerzo creativo que se ha realizado.

Nunca se entenderá el verdadero esfuerzo mental y disciplina académica de un Nicolás Copérnico, un Tico Brahe, un Kepler o un Galileo, si la gente se contenta con saber que ellos demostraron que la tierra y los otros planetas giraban alrededor del sol. La génesis y por tanto el aprendizaje de la creación científica nunca ha sido producto de los lugares comunes y de respuestas fáciles.

Como siguiente paso, el científico depurará las notas, revisará cuidadosamente y si es necesario modificará párrafos, frases y aún capítulos enteros si encuentra que la redacción no responde a la claridad, la precisión y el orden.

J.L. Mico Buchón considera que 21/:

"En la primera (versión) se da vida a un original incipido; en la segunda poda la broza; en la tercera, se eliminan los puntos y comas, se acortan las frases y se facilita la transición de un punto al siguiente. En la cuarta revisión puede juzgarse el orden general de los conceptos y de la repetición excesiva de una misma palabra o forma verbal. La quinta revisión se caracteriza por la poda de adjetivos...".

No se <sup>de</sup> sienten que ~~haya~~ cinco revisiones obligatorias y en este orden preestablecido. Lo que sí puedo opinar es que este proceso es largo y se puede estar seguro que siempre será posible efectuar otra revisión... y encontrar nuevos errores o inconsistencias. A veces, cuando se tiene suerte, algún colega y amigo será sometido a la tortura de leer el borrador y se estará al tanto de lo que opine, lo que critica y lo que propone. El

investigador con profundo sentido crítico meditará esas observaciones y si es preciso modificará lo que estime conveniente. Aunque siempre consciente de que lo que se expone es el punto de vista del autor exclusivamente.

Como elementos finales de la obra el investigador organiza la bibliografía utilizada y forma los anexos y apéndices necesarios. El siguiente paso consiste en poner un orden al estudio, el cual se inicia por la introducción, sigue por el análisis y las conclusiones, continúa con las recomendaciones y después se presentan los anexos y apéndices convenientes para rematar con la bibliografía utilizada. Más tarde enumera cada página y finalmente elabora el índice. En ese momento el científico posee una idea global, más o menos certera de lo que produjo, y está en condiciones de escribir el título del estudio. Este título debería expresar condensadamente el contenido de la obra. Con esto último, y con poner su nombre y mandarlo empastar puede considerarse que ha terminado lo que propiamente es el trabajo de investigación.

A juzgar por lo que se apunta en los manuales metodológicos en esta breve descripción se agotan las posibilidades contenidas en la etapa de la comunicación. Sin embargo, sería injusto para la investigación, que ésta no aprovechara en su beneficio las posibilidades que ofrece la cibernética, si técnicas menores, como la administración hacen uso de ella.

La cibernética también ha modificado sensiblemente el proceso de comunicación científica, en especial con el desarrollo de

diversos "software". Para la etapa de construcción del informe, quizás el instrumento más útil sea el "procesador de palabras".

El procesador de palabras tiene entre otras ventajas la oportunidad de corregir en pantalla los errores realizados durante la redacción. Ello invita al investigador a "dialogar" directamente con la computadora acerca de sus necesidades y también significa disminuir el número de versiones pasadas en papel.

## 2.1 EL TRABAJO POR COMPUTADORA.

En una computadora el trabajo no disminuye, pero sí se simplifica. En el informe final se puede proceder de dos maneras: Si el programa "base de datos" no está integrado al llamado "procesador de palabras", entonces, el investigador le ordena a la computadora que se transforme en una impresora y edite las notas de digamos cierto subtema. Una vez editadas se ordenan según el criterio del investigador y procede a utilizarlas de acuerdo al futuro desarrollo del texto. Si la "base de datos" está incluida junto al "procesador" entonces, no es necesario editar si no "abrir dos ventanas" en la pantalla y proceder a combinar el texto con las fichas. En este caso las fichas deben estar previamente ordenadas.

En el caso de que los datos sean numéricos, la recopilación se hace en otro programa llamado "hoja de cálculos" en él no sólo se apuntan los datos cuantitativos, sino que tiene la facilidad de aceptar algunos textos que permiten identificar la fuente y apuntar el encabezado de los cuadros. Además tiene la ventaja de

que si el investigador desea realizar algunas manipulaciones matemáticas únicamente tiene que apuntarlas a base de variables, de tal manera que la máquina automáticamente realizará todas las operaciones con sólo darle el valor específico de cada variable involucrada. En dado caso existe otro programa que puede transformar esos datos cuantitativos en una gráfica, ya sea de barras, pastel, o líneas continuas.

Otra enorme ventaja es la posibilidad de pasar de la "hoja de cálculos" a la de "Fast Graphics" o gráficas rápidas. De esta manera con unas cuantas órdenes giradas a la computadora se pueden convertir los cuadros en fáciles exposiciones visuales. Con la ventaja que el usuario puede escoger hasta tres diferentes clases de gráficas: bidimensionales, pseudotridimensionales y circulares. Existen programas y editores mucho más sofisticados, los llamados "plotter" pero por el momento basta con señalar las posibilidades de los sistemas más sencillos para tener una idea de las posibilidades que encierra el uso de estos instrumentos.

La computadora todavía no ha revolucionado el proceso de la comunicación científica, tampoco ha sustituido a la imaginación y la creatividad. Sin embargo, ha facilitado el trabajo del investigador, al permitirle sistematizar y acelerar varias operaciones. Se insiste, la computadora representa una atractiva herramienta para el científico que posee una estricta disciplina de trabajo. PERO UNA HERRAMIENTA ES SOLO ESO. POR LO MISMO UN TRABAJO HECHO CON ELLA NO GARANTIZA DE NINGUNA MANERA SU CALIDAD PER SE. Eso quiere decir que un trabajo hecho en computadora puede ser tan bueno o tan malo como su autor. Por

ello. sólo la verificación crítica puede avalar la verdadera calidad de esa investigación científica.

Pero independientemente de si se sigue un camino normal u otro computarizado existe algo que es consustancial a ambos, cuando se han mantenido a lo largo de toda la obra una actitud crítica hacia la ciencia. Es la enorme cantidad de tiempo y de esfuerzo que el científico habrá consumido a lo largo de este trabajo. Bajo la presión de los fracasos y el cansancio, quizás, lo podrá considerar tedioso e inútil. Mas cuando resuelve un escollo, o encuentra una respuesta original o verifica exitosamente un supuesto o, mejor aún, rechaza una teoría aceptada, lo encontrará satisfactorio y a veces enormemente gratificante. En especial si el individuo toma en cuenta que la calidad de la experiencia y los fines alcanzados pueden resultar más significativos y gratificantes que la obsesiva adquisición de inútiles artefactos y posesiones materiales.

y para aquellos que tomarán la decisión de dedicar parte significativa de su vida a la investigación, encontrarán que, de alguna manera, es posible lograr en esta actividad cierta consonancia entre sus acciones y sus deseos. Algo difícil de lograr en estos días.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- Afirma Wilhelm Marshall Urban. "El lenguaje debe entenderse como portador de sentido, como medio de comunicación y como signo o símbolo de la realidad". LENGUAJE Y REALIDAD. LA FILOSOFIA DEL LENGUAJE Y LOS PRINCIPIOS DEL SIMBOLISMO. p. 638 APUD De la torre ET AL METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION...P. ?

2.- Ernesto De la Torre. ET AL. METODOLOGIA DE LA... p. 176.

- 3.- Jeremy Bernstein . "La educación de un científico"  
CIENCIA Y DESARROLLO. 1982. #42, p. 75.
- 4.- Mario Bunge. LA CIENCIA SU METODO... p 56-57.
- 5.- Hans Reichenbach. LA FILOSOFIA...p. 13
- 6.- Werner Heisenberg ET AL.. EL HUMANISMO EN LA FILOSOFIA. p. 21.
- 7.- Francisco Gomezjara y Nicolás Pérez p. 120.
- 8.- Ernesto De la Torre ET AL. p. 146.
- 9.- IBIDEM. p. 173.
- 10.- D.C. Beard. experimentation...pp. 162-164.
- 11.- Francisco Gomezjara y Nicolás Pérez. EL DISEÑO DE LA ... p. 100-108. Y Caro. F. Cardoso . LA HISTORIA COMO CIENCIA. pp. 32-33.
- 12.- Carlo M. Cipolla. "Fortuna..". En EL TALLEZ DEL... p. 91 .
- 13.- Este detalle es fundamental. Ernesto De la Torre lo expresa así: "Existe pues una relación de simultaneidad entre el texto y el aparato crítico" o verificador. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION ... p. 154.
- 14.- Véase IBIDEM. pp. 177-179. Asimismo puede criticarse el exceso de sofisticación metodológica cuando lo buscado puede ser resuelto por métodos más sencillos
- 15.- Luis Duarte. DISEÑO... p. 25-27.
- 16.- W. C. Mills. LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. pp. 127-128.
- 17.- Dice el físico Onofre Fojo que el mago frente al fracaso, jamás se cuestiona que sus procedimientos están errados: "Nunca se pone en duda que el procedimiento pueda estar equivocado en si mismo y, por tanto, nunca podrá ser refutado. Esta es otra característica que diferencia a la magia de la ciencia. La ciencia puede equivocarse, la magia no." En "La magia y la ciencia: falsabilidad y hermetismo." En REVISTA DE LA EDUCACION SUPERIOR. # 62. p. 119.
- 18.- Rético. Ephemérides Novae, citado por Prowe II. p. 391. nota 19 APUD. Koestler. LOS SONAMBULOS. p. 199.
- 19.- Andreiev. PROBLEMAS LOGICOS DEL... p. 336.
- 20.- Luis Duarte. DISEÑO DE UN SISTEMA... pp. 33-34.
- 21.- J.L. Mico Buchón APUD. De la torre ET AL. METODOLOGIA DE LA... p.175. Nota 77.

## CONCLUSIONES.

El estudio de cómo la cultura de Europa Occidental se apropió del conocimiento de los fenómenos naturales y sociales, a través de la adquisición de una nueva concepción del mundo, más práctica, racional y objetiva, mostró una serie de hechos y relaciones sociales que permitieron identificar la formación y consolidación de una nueva posibilidad humana, que se sintetizaba en tratar de encontrar la mejor explicación de los fenómenos, y que dicha explicación debía ser confirmada por los hechos. Ninguna otra cultura, aun la griega, logró consolidar este propósito, aunque hubo incipientes intentos.

Este nueva posibilidad social sufrió un largo proceso de desarrollo y transformación. Ello implicó una serie de cambios en las prácticas sociales, la interiorización a nivel individual de nuevas actitudes críticas y racionales, y nuevas aptitudes instrumentales cuyo rasgo más destacado fue el recurrir a métodos y procedimientos que mejoraran las percepciones sensoriales y que fueran replicables.

Ello no fue producto de una sola corriente de pensamiento y acción, sino resultado de un choque y posterior vinculación entre el modelo intelectual y universitario denominado escolástico, el paradigma neoplatónico y una corriente social muy vasta predominantemente secular como los comerciantes, los navegantes, los artesanos, los artistas. Esta nueva concepción del mundo se manifestó en un nuevo medio geográfico, la ciudad.

Esta asociación fue afortunada, porque a la ciencia le permitió romper su estrecho marco académico y vincularse con los sectores progresistas de la sociedad; y a estos sectores sociales les benefició porque sus aportaciones prácticas fueron respaldadas por argumentaciones racionales apreciadas y respetadas por el resto de la sociedad.

Estas nuevas capas sociales orientaban su actividad de una manera más racional y con un nuevo sentido de la organización más eficiente. Se ayudaban de nuevos instrumentos de importación y desarrollo endógeno como los números arábigos, la contabilidad de doble partida, la perspectiva, el ábaco, el astrolabio, el reloj y el calendario entre otros, así como de prácticas populares como destilar, mezclar, moler, fundir, pesar, medir y contar.

La consolidación de esta nueva aspiración y apropiación intelectual se logró a principios del siglo XVII, cuando surgió un nuevo modelo de conocimiento científico de tal fuerza, coherencia y potencialidad que casi se volvió hegemónico.

Este modelo científico, conocido como modelo mecánico, tenía la gran virtud de conciliar, aparentemente, el viejo modelo científico, el griego, que estaba muy interesado en encontrar valores tales como la belleza, la simplicidad, la axiomatización matemática, la verdad, la deductibilidad y parcialmente la relación de mecánica obligatoriedad con una nueva parte PROBAR EN LOS HECHOS LAS IDEAS QUE SE TUVIERAN DE LOS FENÓMENOS NATURALES. Aunque ciertamente sólo se trataba de ciertos fenómenos, disciplinas y temas muy específicos.

El modelo mecánico al hacer coincidir muchos conceptos científicos anteriores con su propio modelo evitó, probablemente muchos más rechazos de los que fue objeto, aunque esencialmente la humanidad se encontraba frente a una adquisición conceptual totalmente novedosa y revolucionaria. Destacaba su método para comunicar sus hallazgos, que se sustentaba en un sistema que

privilegiaba la elaboración de una hipótesis que, formulada matemáticamente, permitía un proceso de deducción riguroso que finalmente -pero no era lo menos importante- desembocaba en una demostración experimental.

La impugnación del modelo mecánico no fue una tarea fácil, sobre todo porque gracias a este modelo habían transcurrido casi tres siglos de victorias ininterrumpidas y se habían consolidado varios cuerpos teóricos a su amparo: como la física, la astronomía, y la química, y porque además y esto era relevante, este modelo de ciencia se había convertido en un socio indiscutible de la economía industrial, en el siglo XIX.

Las evidencias de tipo histórico muestran que probablemente el cambio de un modelo muy respetado a uno nuevo se debió a tres factores determinantes; el primero fue que surgieron contradicciones difícilmente salvable, entre la teoría más sólida, la física clásica, y nuevos hechos en el área de los fenómenos derivados de la luz. Lo segundo fue que existía una comunidad científica cuya tradición poseía una concepción de la ciencia que afirmaba que eran los hechos y no cualquier otro criterio lo que en última instancia determinaba la validez del conocimiento. El tercer elemento fue que el resto de la sociedad avanzaba en la adquisición de nuevas relaciones sociales -la contractual, el mercado y el voto- los cuales convertían a la información veraz en un elemento fundamental en la toma de decisiones individuales.

Parece claro que, sin el reconocimiento de estos tres hechos difícilmente el modelo mecánico hubiera podido ser desechado, porque siempre se hubiera podido crear suficientes hipótesis AD HOC para justificar a la teoría clásica. El hecho fue que la impugnación fue mucho más allá de la teoría clásica de la física, pues alcanzó al mismo modelo mecánico del conocimiento científico y a su manera de investigar.

El nuevo modelo de conocimiento científico dejó de conciliar la búsqueda de la mejor explicación que fuese avalada por los hechos, con los conceptos más tradicionales de la ciencia: como la verdad, la relación causal, la simplicidad, la belleza, la axiomatización matemática, la neutralidad del observador, entre otros.

Los conceptos que configuraban el nuevo modelo científico de la ciencia empírica tenían resabios del modelo anterior, como eran la racionalidad, la objetividad y la sistematización sin embargo, se añadían otros más como la probabilidad y el papel activo del observador. Destacaba entre estas nuevas adquisiciones conceptuales la verificación, pues ella se convertía en el árbitro decisivo para aceptar o rechazar los hallazgos encontrados en la investigación científica.

El nuevo modelo permitió a ciertas disciplinas un acercamiento al campo de la investigación científica, algo que antes se consideraba imposible. Sumados a las ciencias sociales, los sistemas organizacionales y las ingenierías, agrupadas estas últimas en un término relativamente nuevo, la tecnología, se convertían no sólo en disciplinas científicas, sino en elementos que impulsaban aún más el aparato industrial contemporáneo.

La base de este impulso se sustentaba en que la investigación científica se dirigía a la resolución de problemas en las áreas de producción, financieras, administrativas, mercadotécnicas, educativas, comerciales y económicas, y no sólo a las disciplinas tradicionalmente científicas. En la actualidad nuevas corrientes técnicas de la gerencia sostienen la necesidad de integrar estructuralmente a la investigación científica a la empresa, como único medio para que esta última pueda sobrevivir en la competencia internacional. El proceso industrial que estas teorías sostienen sería aproximadamente el siguiente:

40 investigación	+	10 Diseño
de	+	50 (rediseño)
mercado	+	
	+	
30 ventas	+	20 producción
	+	

El cuadro desea dar una idea de continuo movimiento, motivado por una constante evaluación originada por el renglón "investigación de mercados" (4), el cual en función de las necesidades y exigencias del cliente, impulsa a la empresa a rediseñar sus productos, si desea sobrevivir en un mercado mundial 1/.

La verificación también obtuvo su carta de naturalización dentro de la sociedad civil. La necesidad de contar con información pública, veraz, objetiva que permita tomar decisiones racionales a los individuos y a la sociedad civil se sustenta en la capacidad de verificar la información de todos los problemas, acciones y decisiones que se toman en el mundo. La verificación tiene significado porque permite escapar a la deformación de nuestros juicios por instituciones que debido a su enorme poder monopolizan las fuentes de información.

Pero si se regresa al contenido de esta nueva concepción dentro de la ciencia, debe, también, mencionarse que el papel de la hipótesis se transformaba. Dejaba de ser una verdad más particular que la teoría. Ahora la hipótesis era sólo un enunciado que se postulaba como verdad, aunque no lo fuese. En otras palabras, dejaba de ser válida la deductibilidad entre el supuesto y sus consecuencias. La observación experimental no comprobaba la teoría, sino que verificaba si las hipótesis podían aceptarse como válidas, o en caso contrario se rechazaban.

La hipótesis dejaba de ser un mero apéndice de la teoría, al convertirse en un modelo y en un poderoso instrumento de descubrimiento que guía al resto del proceso investigativo en su búsqueda de la mejor explicación.

Esto no significo que la teoría desapareciera, más bien, se le considero como una explicación que tenía un alto grado de probabilidad de ser cierta, y por tanto también se le podía considerar como una hipótesis.

La idea de que el científico dejaba de buscar la verdad, para contentarse con la mejor explicación que podía encontrar al problema que deseaba resolver, acercaba al contenido y a la forma de lo que es la ciencia. El científico ya no es aquel individuo familiarizado con la verdad, y de paso con la seguridad, sino aquel que convive con la duda y la convicción de que lo único estable es el cambio. La ciencia empírica encontraba así su verdadera dimensión humana y reconocía sus limitaciones y de paso aceptaba que sólo era una forma más de conocimiento, quizás la que tenía más probabilidades de éxito, pero ciertamente no la única.

Dicha explicación encontrada en la ciencia podía expresarse en teorías, leyes, categorías entre otros conceptos, su objeto es comprender lo más profundo y amplio posible al proceso natural o social estudiado, para formular posibles comportamientos futuros.

Otro fenómeno que durante el análisis de la historia de la investigación salió a flote fue encontrar un distanciamiento entre ciencia e investigación. Casi siempre se acostumbra usarlos como sinónimos. Sin embargo, pudo observarse que no sólo son conceptos que tienen muchos elementos diferentes, sino que pueden llegar a tener notables diferencias.

Para hacer más clara esta afirmación es necesario apuntes que

se descarta la idea de que un conocimiento por el hecho de ser producto de una investigación pase automáticamente a formar parte del conocimiento científico. Para lograr ese propósito debe cumplir con la exigencia de formar parte de un sistema acumulativo de conocimiento, es decir, que para convertirse en parte de una disciplina científica es necesario que la comunidad científica acepte que ese conocimiento es "científico" y que esté dispuesto a usarlo como base de nuevas investigaciones.

La investigación es resultado de los esfuerzos personales de un individuo o conjunto de individuos y de los medios con que cuentan. Sin embargo, no pretenden ser hallazgos subjetivos, sino explicaciones probables de fenómenos que pueden verificarse a través de la observación, por tanto deben transformarse de conclusiones individuales a logros sociales, es decir, deben comunicarse a la comunidad científica para que se conviertan en parte del conocimiento científico.

La ciencia, por su parte, implica un "sistema científico", además de ser un conjunto de conocimientos expresados en teorías, leyes, categorías entre otros. Ello implica un conjunto de relaciones sociales que establecen los científicos y partes significativas de la sociedad. Esto quiere decir que en la ciencia no únicamente existen acuerdos, actitudes y valores del nuevo modelo científico, sino que sobreviven otros valores científicos y aun no necesariamente científicos, como es la lucha por descollar y ascender, el prestigio individual de quien sostiene tesis opuestas. Estos factores afectan al desarrollo de la investigación, a sus programas prioritarios y a los resultados

encontrados.

Debido a estas diferencias entre la ciencia y la investigación, no siempre basta que un conocimiento logrado a través de la investigación científica y sometido a numerosas y rigurosas pruebas de verificabilidad <sup>para que</sup> sea aceptado y pase a formar parte de la ciencia. Es necesario además que esté integrado a algún programa de investigación impulsado por sus colegas, que sea presentado en foros, seminarios, conferencias etc., que tenga quizás un defensor de renombre. En ello interviene la importancia del centro de investigaciones en el que el investigador trabaja y el prestigio del mismo descubridor. Todo esto abre o limita las posibilidades de publicar en libros o revistas aceptadas por la comunidad científica, que a su vez influye a los miembros de esa misma colectividad.

La segunda parte del análisis de esta investigación buscó determinar si los conceptos de actitud y compromiso crítico hacia la ciencia, y aptitud científica pueden resultar significativamente importantes para el desarrollo de una investigación. De acuerdo con los datos recopilados, existe una buena cantidad de opiniones de destacados investigadores que manifiestan que hacer investigación conlleva un estrecho compromiso entre el científico, el medio a través del cual se indaga y el objeto de la investigación.

Mientras que los filósofos y metodólogos privilegian las aptitudes metodológicas, el investigador practicante, en cambio, destaca la importancia de tener un compromiso existencial con el problema

a resolver. Compromiso que implica necesariamente tener que someter las ideas que se tengan sobre ese problema a los principios y reglas de la investigación científica.

El científico sabe que en ninguna otra actividad humana existe tal necesidad. Compromiso que además, el investigador no debe tomar como una obligación o responsabilidad, debe aceptarlo como un acuerdo voluntario, personal, entre la ciencia y él. Porque sólo así se estará en condiciones de soportar la carga de trabajo y en algunos casos de privaciones que esto implica y además estará en disposición subjetiva para poner su máximo empeño, imaginación y creatividad en esa dirección. A este convenio entre el individuo y la investigación lo he dado en llamar: "TENER UNA ACTITUD CRITICA HACIA LA CIENCIA."

Por eso mismo, cuando el científico se desencanta en su actividad, cuando cae en el escepticismo o la indiferencia, su producción o por lo menos la calidad de sus productos inmediatamente decaen. O surge el pseudocientífico, que emperado en viejos logros quiere hacer pasar como legítimo hallazgo, huecas palabrerías.

Otro elemento<sup>al</sup> que los metodólogos le dan poca importancia, si exceptuamos a las técnicas bibliográficas, y los investigadores lo dan por obvio, es la aptitud para convertir esa "actitud crítica" en acciones específicas que permitan efectivamente elaborar la investigación científica.

El aspirante a investigador debería ser consciente de que no basta poseer una actitud crítica, sino que es necesario añadir la

APTITUD CIENTIFICA correspondiente. Ello implica una triple responsabilidad: la del estudiante, que debe dejar de conformarse con un diploma o un buen promedio y tratar de interiorizar los conocimientos de la disciplina seleccionada, el método, las técnicas y los instrumentos afines a dicha ciencia, y el dominio del lenguaje al cual pertenece su cultura; la de la institución educativa, que consiste en proporcionar un ambiente que conduzca a la investigación, además <sup>de</sup> mostrar y enseñar sus estrategias y tácticas de la investigación científica; y la de la sociedad que tiene la responsabilidad de prestigiar esta actividad.

Actitud y aptitud son dos caras de una misma moneda, la omisión de una de ellas pone en entredicho la capacidad investigativa del científico.

Otra conclusión digna de destacarse, se refiere a la conciencia de lo limitado que resulta el concepto de metodología para orientar la práctica de la investigación científica. Los tratados que se centran en sus conceptos y que además pretenden orientar al investigador resultan una especie de fraude o a lo más una compra decepcionante, porque lo cierto es que les falta contenido, ya que monopolizan la atención en los aspectos formales del método y omiten al proceso de descubrimiento y minimizan la fase de elaboración del informe.

El proceso de investigación no produce ni una teoría fuerte, es decir, que implique una ley lógica, ni es una serie rígida de pasos a seguir. Es, no obstante, la manera más eficaz en que el hombre ha aprendido a apropiarse del conocimiento de los fenómenos naturales y sociales. Aunque básicamente siga el camino

que hace miles de años el ser humano inauguro, el del ensayo y el error. Pero como aún no se tiene una idea clara de cómo se produce el conocimiento en la mente del hombre. debe aceptarse que nos encontramos ante simples conjeturas.

Quizás, si deseamos ser sinceros debemos plantear las cosas de la siguiente manera: el investigador tiene el compromiso de pensar en explicaciones de los nuevos fenómenos, naturales o sociales observados, a la vez reconoce que esas explicaciones sólo son un supuesto y que debe someterlas a ciertas pruebas para verificar si existe algún grado de certidumbre para pensar de esa manera. Para lograr esa "alquimia" el investigador acepta traducir su idea a ciertos elementos específicos que demanda la comunidad científica. Esos elementos serían: que se haga de manera objetiva, racional, sistemática y verificable. El reto metodológico, entonces, consiste en hacer la traducción entre el descubrimiento del investigador, que es eminentemente subjetivo y la verificación que debe ser objetiva y socializable. Dependerá de la habilidad de cómo lo haga para que la comunidad científica a que pertenece aprecie su calidad como científico.

Esta cuestión es determinante en la investigación, porque el investigador puede idear las formas más originales y brillantes que se le puedan ocurrir para intuir el problema, mas lo importante. sin embargo, es que satisfaga los principios de la investigación científica. Por eso podría afirmarse, no importa como se haga, lo significativo es que pueda verificarse. Ese es el secreto de la investigación científica.

Para la metodología NO es relevante en dónde y cómo el investigador intuye o atisba un problema, lo determinante es que pueda plantearlo racional y objetivamente y que invite a la observación sistemática.

Tampoco es relevante a la metodología, aunque sí para el investigador, cómo descubrió la posible respuesta a la pregunta planteada en el objetivo, lo determinante es que sea formulada a manera de una hipótesis que invite a una exploración sistemática de cierto tipo de fenómenos.

No resulta relevante a la metodología, aunque sí al investigador, cómo se le ocurrió la clase de procedimientos, el tipo de instrumentos y de técnicas que podría utilizar para verificar su suposición. Lo importante para la metodología es que esos procedimientos sean sistemáticos y que permitan una observación objetiva y racional.

La metodología es el resultado de un esfuerzo sostenido. Las operaciones para llegar a esos resultados es la responsabilidad del investigador, y para lograrlo cualquier derrotero es válido. Al final de cuentas lo que vale es que esas ideas puedan ser sometidas a una revisión exhaustiva y crítica, a través de la verificación.

Por ello la elaboración de una investigación debe verse como un compromiso o propósito que asume el investigador. De la habilidad y la imaginación del investigador dependerá que ese propósito se cumpla. Compromiso que se sintetiza en tratar de ser objetivo, racional, sistemático y cuyos procedimientos y observaciones sean

verificables. Sólo cumplidas estas pretensiones el descubrimiento se convertirá en algo tangible, es decir, en una investigación que cumpla con las exigencias de la investigación científica y por tanto podrá aspirar a formar parte del conocimiento científico.

Estos compromisos críticos que tienen por objeto probar si las conjeturas elaboradas tienen relación con los procesos observados son a mi parecer el lazo de unión más significativo entre los científicos sean estos químicos, físicos, biólogos, sociólogos, economistas o historiadores entre muchos otros. Es esta unión de propósitos lo que podría ayudar a establecer una comunicación productiva entre ellos.

Otro hallazgo que cabe destacar es que entre el proceso de verificación y el de comunicación no media una relación de simetría. En realidad todos los pequeños procesos heurísticos que permitieron darle forma al análisis son obviados. Cuestiones, tales como, porqué se decidió un tipo particular de presentación, por sobre otro, o las circunstancias específicas en que se vió envuelto el levantamiento de datos, o los procesos matemáticos o formas de tabulación que tuvieron inconsistencias o inclusive las hipótesis que no pudieron ser aceptadas son excluidos del reporte sin contemplación. Esta es una exigencia demasiado estricta, desde nuestro punto de vista, porque enmascara al mismo proceso de la investigación, presentándolo como un camino aparentemente sin obstáculos, cuando en realidad el proceso estuvo plagado de pequeños ensayos y errores, que se

corrigieron en el camino.

Finalmente es posible afirmar que la producción científica involucra múltiples y significativos aspectos sociales, históricos, psicológicos, técnicos e instrumentales y no sólo metodológicos. Aquella cultura que decida dedicar sus esfuerzos a impulsar esta actividad deberá tomar en cuenta esta problemática e interiorizarla, para hacerla suya. Definitivamente un aprendizaje exclusivamente de los aspectos lógicos y metodológicos no serán suficientes para iniciar a los jóvenes y a nuestra cultura en un camino que ha demostrado en los hechos su enorme potencialidad.

A fin de cuentas, la comunicación que se desarrolla entre los diversos miembros de distintas disciplinas, naturales o sociales, economistas, sociólogos, psicólogos, historiadores, químicos, ingenieros, físicos, al principio incierta, poco a poco se recompone, para lograr al fin un lenguaje que es sencillo pero común a todos ellos, que constituye un compromiso con soluciones racionales que aprovechen al óptimo los recursos que la naturaleza y el hombre y sus interrelaciones hacen disponibles.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

1.- El control total de calidad es un movimiento gerencial generalizado en el Japon y que ha sido visto con mucho interés en Estados Unidos y Europa. Libros ya clásicos pueden considerarse a: Kaoru Ishikawa, QUE ES CONTROL DE CALIDAD, LA MODALIDAD JAPONESA y también J.M. Duran, JAPAN ON PLANNING FOR QUALITY.

BIBLIOGRAFIA

ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA URSS Y ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA.  
LA DIALECTICA Y LOS METODOS CIENTIFICOS GENERALES DE  
INVESTIGACION. LA HABANA. CIENCIAS SOCIALES, 2 TOMOS, 1985.

ALEXANDROV A. D. ET AL.  
LA MATEMATICA: SU CONTENIDO, METODOS Y SIGNIFICADO. MADRID,  
ALIANZA EDITORIAL, 1973, T.1.

ALEXANDROV, P. ET AL.  
"LA PASION INSPIRADA POR LA CIENCIA Y LA VOCACION DEL SABIO"  
VEASE KELDYSH.

ALBA, VICTOR.  
HISTORIA DEL MOVIMIENTO OBRERO EN AMERICA LATINA. MEXICO,  
LIBREROS MEXICANOS UNIDOS, 1964.

ACHISTEIN, PETER.  
LOS MODELOS TEORICOS. MEXICO. UNAM. (PROBLEMAS CIENTIFICOS Y  
FILOSOFICOS, SUPLEMENTO III/8).

ALONSO, ANTONIO. METODOLOGIA. MEXICO. EDICOL.

ANDREIEV. I.  
PROBLEMAS LOGICOS DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO. MOSCU, PROGRESO,  
1984.

ANGUERA TERESA.  
METODOLOGIA DE LA OBSERVACION EN LAS CIENCIAS HUMANAS. MADRID,  
CATEDRA. 2DA. ED. 1982. PS. 214.

ARANDA ANZALDO, ARMANDO.  
"CIENCIA Y TECNOLOGIA: DOS CONCEPTOS DIFERENTES". EN: CIENCIA Y  
DESARROLLO # 71. AÑO XII, 1986.

ARISTOTELES. "SOBRE EL CIELO". VEASE A ARTOLA MIGUEL

ARNAU, JAUME ET AL.  
METODOS DE INVESTIGACION EN CIENCIAS HUMANAS. BARCELONA. OMEGA,  
1978.

ARTOLA, MIGUEL.  
TEXTOS FUNDAMENTALES PARA LA HISTORIA. MADRID, ALIANZA.

ARTOBOLVSKY I. ET AL.  
"LUGAR E IMPORTANCIA DE LA JUVENTUD EN LOS LOGROS CIENTIFICOS DEL  
PAIS DE LOS SOVIETS". VEASE KELDYSH.

BACHELARD, GASTON. ET AL.  
"LA NOCION DE OBSTACULO EPISTEMOLOGICO". VEASE MARIO CASANUEVA Y  
LEON OLIVE. COMPILADORES.

LA FORMACION DEL ESPIRITU CIENTIFICO. ARGENTINA. SIGLO XXI, 1974.  
302 PS.

BAENA, GULLERMINA.

MANUAL PARA ELABORAR TRABAJOS DE INVESTIGACION DOCUMENTAL. MEXICO, UNAM. (FCPS). 1973. 123 PS.

BAIRD.  
EXPERIMENTATION: AN INTRODUCTION TO MEASUREMENT THEORY AND EXPERIMENT DESIGN, INC. NEW JERSEY. PRENTICE-HALL, 1982. 198 PS.

BALLESTERO ENRIQUE.  
EL ENCUENTRO DE LAS CIENCIAS SOCIALES. UN ENSAYO DE METODOLOGIA. MADRID, ALIANZA, 1980.

BARTRA, ROGER. ESTRUCTURA AGRARIA Y CLASES SOCIALES EN MEXICO. MEXICO, ED. ERA/29, 1974

BERG. A.  
"LA NECESIDAD DEL ESTUDIO PERMANENTE Y CREADOR". VEASE MELDYSH.

BERNAL, D. JOHN.  
LA CIENCIA EN LA HISTORIA. MEXICO. UNAM. (PROBLEMAS CIENTIFICOS Y FILOSOFICOS # 17), 1972. 693 PS.

LA PROYECCION DEL HOMBRE. HISTORIA DE LA FISICA CLASICA. MEXICO, SIGLO XXI, (CIENCIA Y TECNICA), 311 PS.

LA CIENCIA DE LA CIENCIA. MEXICO. GRIJALVO, 1981.

CIENCIA Y PREVISION CIENTIFICA. MEXICO. FOCA, 1973.

BERNSTEIN, JEREMY.  
LA EXPERIENCIA DE LA CIENCIA. SEMBLANZA DE ALGUNOS DESCUBRIDORES. MEXICO, CONACYT-C.F.E., 1982.

"LA EDUCACION DE UN CIENTIFICO" EN: CIENCIA Y DESARROLLO. MEXICO, 1982. # 42.

BLANCHE, ROBERT.  
EL METODO EXPERIMENTAL Y LA FILOSOFIA DE LA FISICA. MEXICO, C.F.E., 1972.

BRIDGMAN, PERCY W.  
LA NATURALEZA DE LA TEORIA FISICA.

BOSH, CARLOS.  
LA TECNICA DE LA INVESTIGACION DOCUMENTAL. MEXICO. UNAM, 1982.

BRILLOUIN, LEON.  
LA INFORMACION Y LA INCERTIDUMBRE EN LA CIENCIA. MEXICO. UNAM. (PROBLEMAS CIENTIFICOS Y FILOSOFICOS # 33). 223 PS.

BROGLIE, LUIS DE.  
POR LOS SENDEROS DE LA CIENCIA. MADRID, ESPAÑA, ESPASA-CALPE, 1963.

BUBER, MARTIN.  
QUE ES EL HOMBRE. FONDO DE CULTURA ECONOMICA. (BREVIARIO # 10).

1973. 151 PS.

BUNGE, MARIO.  
LA INVESTIGACION CIENTIFICA. BARCELONA. ARIEL, 1983.

LA CIENCIA. SU METODO Y SU FILOSOFIA. BUENOS AIRES. SIGLO VEINTE,  
1974. 125 PS.

CANTILLON, RICHARD.  
ENSAYO SOBRE LA NATURALEZA DEL COMERCIO EN GENERAL, MEXICO, FONDO  
DE CULTURA ECONOMICA, 1978, 235 PS.

CARDOSO, CIRO F. S.  
INTRODUCCION AL TRABAJO DE LA INVESTIGACION HISTORICA. BARCELONA,  
CRITICA, 2DA. ED., 1982

LA HISTORIA COMO CIENCIA. COSTA RICA. ED. UNIVERSITARIA  
CENTROAMERICANA, 1975, 246 PS.

CASANUEVA MARIO Y LEON OLIVE. COMPILADORES.  
LA CIENCIA Y SUS METODOS. MEXICO, COSNET, 1986, 319 PS.

CAUDE ROLAND.  
COMO ANALIZAR UN PROBLEMA. MADRID, IBERICO EUROPEA DE EDICIONES,  
1974, 94 PS.

CIPOLLA, CARLO M. "FOTUNA PLUS HOMINI QUAM CONSILIVM VALET".  
VEASE A L.P. CURTIS.

COHEN, MORRIS Y ERNEST NAGEL.  
INTRODUCCION A LA LOGICA Y AL METODO CIENTIFICO. 2 TOMOS, BUENOS  
AIRES. AMORROTU, 1979. 284 PS.

COMBRIE A. C.  
HISTORIA DE LA CIENCIA MEDIEVAL. TOMO 1. MADRID, ALIANZA EDITORIAL.

CONNELY, MARISELA.  
CAMBIOS DEL ANALISIS HISTORICO. MEXICO. ANUIES, 1977. 109 PS.

CORDEMEX, INFORME.  
SEIS ANIOS DE LABORES. 1970-76. YUCATAN, CORDEMEX, 1976.

COTRELL, LEONARD.  
EL TORO DE MINOS. MEXICO, C.F.E., (BREVIVARIO # 108), 303 PS.

CRITO, ADOLFO.  
EL METODO CIENTIFICO EN LAS CIENCIAS SOCIALES. BUENOS AIRES,  
PAIDOS, 1982.

CURTIS L.P. AUTOR Y COMPILADOR.  
EL TALLER DEL HISTORIADOR. MEXICO, C.F.E., SECCION DE OBRAS DE  
HISTORIA, 1975. 343 PS.

CHILDE, GORDON.  
LOS ORIGENES DE LA CIVILIZACION. MEXICO. FONDO DE CULTURA

ECONOMICA, (BREVIARIOS # 92), 1971, 291 PS.

DARWIN CHARLES.

"EL ORIGEN DE LAS ESPECIES". VEASE LOTHAR KNAUTH ET ALL.

DE GORTARI, ELI

INTRODUCCION A LA LOGICA DIALECTICA. MEXICO, GRIJALVO. 1979.

DE LA TORRE VILLAR, HERNESTO Y RAMIRO NAVARRO DE ANDA  
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. BIBLIOGRAFICA ARCHIVISTICA Y  
DOCUMENTAL, MEXICO, MC. GRAW HILL, 1981. 298 PS.

DIAZ-GUERRERO, ROGELIO ET AL.

LECTURAS PARA EL CURSO DE PSICOLOGIA EXPERIMENTAL. MEXICO,  
TRILLAS. 1975. 237 PS.

DIETZGEN, JOSE.

LA ESENCIA DEL TRABAJO INTELECTUAL. MEXICO, POCA. 1976.

DHONDT, JAN.

LA ALTA EDAD MEDIA. MEXICO, SIGLO XXI. 1978. 426 PS.

DOBZHANSKY, THEODOSIUS ET AL.

EVOLUCION. BARCELONA, OMEGA, 1980, 558 PS.

DOV, ALBERT.

FUNDAMENTOS DE LAS MATEMATICAS. BARCELONA, LABOR. 1974.

DUARTE, LUIS.

DISEÑO CUANTITATIVO DE UN SISTEMA PARA EVALUAR INFORMES  
CIENTIFICOS EN EL AREA DE CIENCIAS SOCIALES. MEXICO, UNAM, FAC.  
DE PSICOLOGIA. TESINA. 1980. 136 PS.

DURKHEIM, EMILE.

LAS REGLAS DEL METODO SOCIOLOGICO. MEXICO, PREMIA. 2DA. ED. 1982.

DURVEGER, MAURICE.

METODOS DE LAS CIENCIAS SOCIALES. MEXICO, ARIEL. 12VA. ED. 1981.

ELIZONDO LOPEZ, ARTURO.

INVESTIGACION CONTABLE. SIGNIFICACION Y METODOLOGIA. MEXICO, ED.  
CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS. 1980, 496 PS.

ENGELS, FEDERICO.

DIALECTICA DE LA NATURALEZA. MEXICO, GRIJALVO.

FEBVRE, LUCIEN.

COMBATES POR LA HISTORIA. BARCELONA, ARIEL. 1975. 247 PS.

FARIS, ROBERT E. L. ET AL.

LA CIENCIA DE LA SOCIOLOGIA. TRATADO DE SOCIOLOGIA. BARCELONA,  
HISPANO-EUROPEA, 1975.

FEYERABEND,

CONTRA EL METODO. BARCELONA, ARIEL.

FLORES OLEA. VICTOR.  
POLITICA Y DIALECTICA. INTRODUCCION A UNA METODOLOGIA DE LAS  
CIENCIAS SOCIALES. MEXICO, UNAM, 3RA. ED. 1983.

FESTINGER, LEON Y DANIEL KATZ.  
LOS METODOS DE INVESTIGACION EN LAS CIENCIAS SOCIALES. BUENOS  
AIRES, PAIDOS, 1979.

FIGINO, M.  
"THEOLOGIA PLATONICA DE INMORTALITATE ANIMORUM", VEASE ARTOLA  
MIGUEL.

FREEMAN HOWARD E. Y CLARENSE C. CHERWOOD.  
INVESTIGACION SOCIAL Y POLITICA SOCIAL, TECNOS, 1981.

FREUD, SIGMUND.  
"ON THE HISTORY OF THE PSYCHOANALYSIS MOVEMENT", VEASE PUMPIAN -  
MINDLIN.

GALBRAITH, JOHN KENNETH.  
EL NUEVO ESTADO INDUSTRIAL. ESPANA, ED. SARPE, 1984, PS. 576.

ECONOMIA Y SUBVERSION. BARCELONA, PLAZA & JANES, 1975.

GALILEO, GALILEI.  
"SIDERIUS NUNTIUS", VEASE ARTOLA MIGUEL.

GARCIA LAGUARDIA, JORGE MARIO Y JORGE LUJAN.  
GUIA DE TECNICAS DE INVESTIGACION Y CUADERNO DE TRABAJO. MEXICO,  
CGSA, 1980.

GARZA MERCADO, ARIQ.  
MANUAL DE TECNICAS DE INVESTIGACION, MEXICO, EL COLEGIO DE  
MEXICO, 1981, 287 PS.

GIBSON, QUENTIN.  
LA LOGICA DE LA INVESTIGACION SOCIAL. MADRID, TECNOS, 1982.

GONZALEZ CASANOVA, PABLO.  
LAS CATEGORIAS DEL DESARROLLO ECONOMICO Y LA INVESTIGACION EN  
CIENCIAS SOCIALES. BUENOS AIRES, NUEVA VISION, 1970.

GOMEZJARA, FRANCISCO Y NICOLAS PEREZ.  
EL DISEÑO DE LA INVESTIGACION SOCIAL. MEXICO, FONTAMARA, 5A. ED.  
1984.

GOODE, WILLIAM J. Y PAUL F. HALT.  
METODO DE INVESTIGACION SOCIAL. MEXICO, TRILLAS, 1967.

GRANT, EDWARD.  
LA CIENCIA FISICA EN LA EDAD MEDIA. MEXICO, FONDO DE CULTURA  
ECONOMICA-CONACYT, 1983, 241 PS.

GUNDER, FRANK. ANDRE. LUMPENBURGUESIA: LUMPENDESARROLLO. MEXICO.

ED. ERA, 1974.

HANSON, NORWOOD RUSSELL.  
PATRONES DE DESCUBRIMIENTO. OBSERVACION Y EXPLICACION. MADRID,  
ALIANZA ED. 1977.

HARVEY, WILLIAM.  
DEL MOVIMIENTO DEL CORAZON Y DE LA SANGRE DE LOS ANIMALES.  
MEXICO. UNAM, 1965, 219 PS.

HAVEMAN, ROBERT.  
DIALECTICA SIN DOGMA. BARCELONA, ARIEL, 1971, 284 PS.

HEGEL  
INTRODUCCION A LA HISTORIA DE LA FILOSOFIA. ARGENTINA, AGILAR,  
1973.

HEINSENBERG, WERNER ET ALL.  
EL HUMANISMO EN LA CIENCIA. MEXICO, UNAM, (PROBLEMAS CIENTIFICOS  
Y FILOSOFICOS), 1967.

HEMPEL, CARL.  
FILOSOFIA DE LA CIENCIA NATURAL. MADRID, ALIANZA ED. 1983, 168  
PS.

CONFIRMACION. INDUCCION Y CREENCIA RACIONAL. BUENOS AIRES,  
PAIDOS, 1975.

HERSCHEL, FEDERICO J.  
INTRODUCCION A LA PREDICCION ECONOMICA. MEXICO, C.F.E., 1978, 349  
PS.

POLITICA ECONOMICA. MEXICO, SIGLO XXI.

HIDEKI YUNAMA VEASE A HEINSENBERG.

HILGARD, HERNEST ET ALL.  
EL PSICOANALISIS COMO CIENCIA. MEXICO, UNAM, (PROBLEMAS  
CIENTIFICOS Y FILOSOFICOS # 20), 1960.

HOBSBRAWN, ERIC.  
LAS REVOLUCIONES BURGESAS. TOMO 1, BARCELONA, GUADARRAMA, (PUNTO  
OMEGA 120), 261 PS.

HOBSBRAWN, E.J. Y GEORGE RUDE  
REVOLUCION INDUSTRIAL Y REVUELTA AGRARIA. EL CAPITAN SWING.  
HOLTON GERALD. MEXICO, SIGLO XXI, 1978.

ENSAYOS SOBRE EL PENSAMIENTO CIENTIFICO EN LA EPOCA DE EINSTEIN.  
MADRID, ALIANZA ED. 1982.

HOSAKET, ET ALL.  
FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA HISTORIA, MEXICO, JUAN PABLOS, 1973.

HOWELL, CLARKE F.

EL HOMBRE PREHISTORICO. MEXICO, TIME LIFE, (COLECCION DE LA NATURALEZA DE TIME LIFE), 1978, 200 PS.

HUIZINGA, J.  
EL CONCEPTO DE LA HISTORIA Y OTROS ENSAYOS. MEXICO. C.F.E. 1946.

ISHIKAWA, KADRU.  
QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD. LA MODALIDAD JAPONESA. COLOMBIA, ED. NORMA, 1986, 209 PS.

JOJLOV, R.  
"LA FORMACION DEL JOVEN ESPECIALISTA EN LA ESCUELA SUPERIOR"  
VEASE KELDYSH

KANT, IMMANUEL.  
LA FILOSOFIA DE LA HISTORIA. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA.  
HISTORIA GENERAL DE LA NATURALEZA Y TEORIA DEL CIELO. BUENOS AIRES, JUAREZ EDITOR, 1969, 214 PS.

KEDROV, B.  
"LA PSICOLOGIA EN LA CREACION CIENTIFICA" VEASE KELDYSH.

KELDYSH M.  
"A QUIENES ABORDAN EL CAMINO DE LA CIENCIA". EN: LA EDAD DEL CONOCIMIENTO. MOSCU. PROGRESO.

KEPLER  
"APOLOGIA ADVERSUS SOB. DE FLUCTIBUS" VEASE MIGUEL ARTOLA.

MISTERYUM COSMOGRAPHICUM (G.W., VOL I) PREFACIO AL LECTOR. VEASE A KOESTLER ARTHUR.

KEYNES, JOHN M.  
"EL PRIMERO DE LOS ECONOMISTAS DE CAMBRIDGE" VEASE MALTHUS THOMAS R.

KNAUTH LOTHAR.  
CONFRONTACION TRANSPACIFICA. MEXICO. UNAM.

LA MODERNIDAD DEL JAPON, MEXICO, UNAM, 1980, 221 PS.

PROGRAMA DE HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA. SEMESTRE I. MEXICO, ANUIES, (PROGRAMA DE DESARROLLO DE CICLO SUPERIOR DE ENSEÑANZA MEDIA), 1976, 59 PS.

LA FORMACION DEL MUNDO MODERNO. ANTOLOGIA, MEXICO, CEMPAE, 1977.

KOESTLER, ARTHUR.  
LOS SONAMBULOS. BUENOS AIRES. EDITORIAL UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES. 598 PS.

KOPNIN, P.V.  
LOGICA DIALECTICA. MEXICO. GRIJALVO, 1966.

KOSIK, KAREL.

DIALECTICA DE LO CONCRETO. MEXICO, GRIJALVO, 1967.

KOYRE, ALEXANDRE.  
ESTUDIOS DE HISTORIA DEL PENSAMIENTO CIENTIFICO. MEXICO, SIGLO XXI, 1978, 394 PS.

"EL SIGNIFICADO DE LA SINTESIS NEWTONIANA", VEASE LOTHAR KNAUTH ET ALL.

KUHN, TOMAS.  
LA TENSION ESENCIAL. ESTUDIOS SELECTOS SOBRE LA TRADICION Y EL CAMBIO EN EL AMBITO DE LA CIENCIA. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA. 1982.

ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA. 1971.

KUHN, THOMAS.  
LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTIFICAS. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA. 1971.

LA TENSION ESENCIAL. ESTUDIOS SELECTOS SOBRE LA TRADICION Y EL CAMBIO EN EL AMBITO DE LA CIENCIA. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA. 1982.

"LA LOGICA DEL DESCUBRIMIENTO CIENTIFICO" VEASE CASANUEVA MARIO ET ALL.

KULA, WITOLD.  
PROBLEMAS Y METODOS DE LA HISTORIA ECONOMICA. BARCELONA, PENINSULA, 1977.

LAKATOS, IMRE.  
HISTORIA DE LA CIENCIA Y SUS RECONSTRUCCIONES RACIONALES. MADRID, TECNOS, 1982.

"LA FALSACION Y LA METODOLOGIA DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION CIENTIFICA". VEASE CASANUEVA MARIO Y LEON OLIVE.

LA METODOLOGIA DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION CIENTIFICA. MADRID, ALIANZA. 1980.

LAMA GARCIA, ALFREDO DE LA.  
"NATURALEZA DEL METODO CIENTIFICO. DEL DESCUBRIMIENTO A LA EXPLICACION", EN REVISTA DE LA EDUCACION SUPERIOR, MEXICO, ANUDES, # 61, ENE-MARZO DE 1987.

ACUMULACION DE CAPITALES. MEXICO, TRILLAS, 1980, 100 PS.

LANDES, DAVID ET ALL.  
LAS DIMENSIONES DEL PASADO. ESTUDIOS DE HISTORIA CUANTITATIVA. MADRID, ALIANZA, 1974.

LANGE, OSKAR.  
ECONOMIA POLITICA. MEXICO, C.F.E.

INTRODUCCION A LA ECONOMIA CIBERNETICA. ESPANA. SIGLO XXI. PS. 121.

LAPASSADE, GEORGE Y PENE LOURAU.  
CLAVES DE LA SOCIOLOGIA. BARCELONA, LAILA, 1981.

LE GOFF, JACQUES.  
MERCADERES Y BANQUEROS DE LA EDAD MEDIA. BUENOS AIRES. EUDEBA, 1966.

LEBIDINSKY, MAURICIO.  
NOTAS SOBRE METODOLOGIA. MEXICO, QUINTO SOL, S/F.

LENIN.  
IMPERIALISMO. FASE SUPERIOR DEL CAPITALISMO. MOSCU.

LEVINE, LEVINE W. "EL HISTORIADOR Y LA BRECHA DE LA CULTURA".  
VEASE L.P. CURTIS.

LOPEZ CANO, JOSE LUIS.  
METODOS E HIPOTESIS CIENTIFICOS. MEXICO, TRILLAS, (AREA METODOLOGIA DE LA CIENCIA 3), 111 PS.

MADGE, JOHN.  
LAS HERRAMIENTAS DE LA CIENCIA SOCIAL. BUENOS AIRES, PAIDOS, 1969.

MALTHUS, THOMAS F.  
PRINCIPIOS DE ECONOMIA POLITICA. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA.

MARTIN SERRANO, MANUEL.  
METODOS ACTUALES DE INVESTIGACION SOCIAL. MADRID, AFAL, 1978.

MARX, CARLOS.  
EL METODO DE LA ECONOMIA POLITICA. MEXICO, GRIJALVO, 1971.

CORRESPONDENCIA DIVERSA. EN: EL CAPITAL. CRITICA DE LA ECONOMIA POLITICA. MEXICO, FONDO DE CULTURA, 1974. PS. 850.

C. MARX Y F. ENGELS OBRAS ESCOGIDAS. MOSCU, ED. PROGRESO, S/F.

MARX, CAELO ET ALL.  
TEXTOS SOBRE EL METODO DE LA CIENCIA ECONOMICA. MEXICO, FOCA, 1977.

MAX, HERMANN.  
INVESTIGACION ECONOMICA. SU METODOLOGIA Y SU TECNICA. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA, 1971.

MAYNTZ, RENATE ET ALL.  
INTRODUCCION A LOS METODOS DE LA SOCIOLOGIA EMPIRICA. MADRID, ALIANZA, 1983.

MEYER, LORENZO.  
LOS GRUPOS DE PRESION EXTRANJEROS EN EL MEXICO REVOLUCIONARIO.  
COLECCION DEL ARCHIVO HISTORICO DIPLOMATICO MEXICANO.

MILL, JOHN STUART.  
RESUMEN DE LOGICA. MEXICO. LIBRERIA DE LA VIDA. DE CH. BOURET,  
1911.

MILLS, WRIGHT.  
LA IMAGINACION SOCIOLOGICA. MEXICO. C.F.E., (SECCION DE OBRAS DE  
SOCIOLOGIA) 1969, 207 PS.

LA ELITE DEL PODER. MEXICO. FONDO DE CULTURA ECONOMICA. 1956.

MULKAY, M.  
"LA CIENCIA Y EL CONTEXTO SOCIAL". VEASE A CASANUEVA MARIO.

MUNFORD LEWIS.  
TECNICA Y CIVILIZACION. MADRID. ALIANZA UNIVERSIDAD. 1971. 522 PS.

NAGEL, HERNEST.  
LA ESTRUCTURA DE LA CIENCIA. PROBLEMAS DE LA LOGICA DE LA  
INVESTIGACION CIENTIFICA. BUENOS AIRES, PAIDOS, 1978.

NEWTON, SIR ISAAC.  
OPTICA O TRATADO DE LAS REFLEXIONES REFRACCIONES INFLECCIONES Y  
COLORES DE LA LUZ. MADRID, ED. ALFAGUARA. 1977.

NIDDICTCH, PH.  
FILOSOFIA DE LA CIENCIA. MEXICO, FONDO DE CULTURA ECONOMICA.  
1975.

OKLADNIKOV, A.  
RASGOS DE CARACTER NECESARIOS PARA UN JOVEN INVESTIGADOR." VEASE  
KELDYSH.

OPTIZ, WADYMAR ARTURO.  
INTRODUCCION A LA INVESTIGACION SOCIOECONOMICA. MEXICO, TRILLAS.  
1974.

OSIPOV, GUENNADI V.  
SOCIOLOGIA. PROBLEMAS TEORICOS Y METODOLOGICOS. MEXICO. NUESTRO  
TIEMPO. 1982.

PACEY, ARNOLD.  
EL LAVAFINTO DEL INGENIO. IDEAS E IDEALISMO EN EL DESARROLLO DE  
LA TECNOLOGIA, BARCELONA, GUSTAVO GILI, 1980.

PADUA, JORGE.  
TECNICAS DE INVESTIGACION...

PARDINAS, FELIPE.  
METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION EN CIENCIAS SOCIALES.  
MEXICO, SIGLO XXI, 1970, 188 PS.

PEREYRA, CARLOS ET ALL.  
HISTORIA PAPA QUE. MEXICO, SIGLO XXI, 1980.

PADILLA, HUGO. COMPILADOR.  
EL PENSAMIENTO CIENTIFICO, MEXICO. ANUIES, 1974, 303 PS.

PETRAPCA  
"FAMILIARUM REBUM LIBRI". VEASE A ARTOLA MIGUEL.

PIAGET, JEAN Y ROLANDO GARCIA.  
TRATADO DE LOGICA Y CONOCIMIENTO CIENTIFICO. VOL 1. NATURALEZA Y  
METODO DE LA EPISTEMOLOGIA. BUENOS AIRES, PAIDOS, 1979.

PINELO BACUERIZA, LEONOR.  
METODOS INSTRUMENTALES. (MIMEO), 1986.

PIRENNE, HENRI.  
HISTORIA ECONOMICA Y SOCIAL DE LA EDAD MEDIA. MEXICO, FONDO DE  
CULTURA ECONOMICA. 1975, 267 PS.

PLA, ALBERTO J.  
LA HISTORIA Y SU METODO. BARCELONA. FONTAMARA. 1982.

PLANK, MAX.  
A DONDE VA LA CIENCIA? BUENOS AIRES, LOZADA, 1961.

PLATON.  
"TIMEO". VEASE A ARTOLA MIGUEL.

POCOCK, J.G.A.  
"EL TRABAJO SOBRE LAS IDEAS EN EL TIEMPO". VEASE L.P. CURTIS.

POINCARÉ, HENRI.  
LA CIENCIA Y LA HIPOTESIS. ESPAÑA, ESPASA-CALPE, (COLECCION  
AUSTRAL 379) 1963, 217 PS.

FILOSOFIA DE LA CIENCIA. MEXICO, UNAM, 1978, 271 PS.

POLYA, G.  
COMO PLANTEAR Y RESOLVER PROBLEMAS. MEXICO, TRILLAS, 1965.

POPPER, KARL.  
LA LOGICA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. MADRID, TECNOS, 1962.

"LA VERDAD, LA RACIONALIDAD Y EL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO  
CIENTIFICO. VEASE CASANUEVA MARIO.

PUMPIDIAN-MINDLIN.  
"LA POSICION DEL PSICOANALISIS". VEASE HILGARD, HERNEST.

QUESNAY, F.  
"LEY NATURAL". VEASE A ARTOLA MIGUEL.

RADCLIFFE-BROWN A.P..  
EL METODO DE LA ANTROPOLOGIA SOCIAL. BARCELONA, ANAGRAMA, 1975.

RAMA, CARLOS M.  
TEORIA DE LA HISTORIA. INTRODUCCION A LOS ESTUDIOS HISTORICOS.  
MADRID, TECNOS, 1975.

RAMIREZ AVILA, FRANCISCO S.  
"GRAVITACION UNIVERSAL" EN: CIENCIA Y DESARROLLO. MEXICO,  
CONACYT, # 67.

REICHENBACH, HANS.  
LA FILOSOFIA CIENTIFICA. MEXICO, C.F.E. 1975, 335 PS.

OBJETIVOS Y METODO DEL CONOCIMIENTO FISICO. MEXICO, C.F.E. 1946.

MODERNA FILOSOFIA DE LA CIENCIA. MADRID. TECNOS. 1965.

REX, JOHN.  
PROBLEMAS FUNDAMENTALES DE LA TEORIA SOCIOLOGICA. BUENOS AIRES.  
AMORROTTU, 1968.

ROJAS SORIANO, RAUL.  
GUIA PARA REALIZAR INVESTIGACIONES SOCIALES. MEXICO, UNAM.

EL PROCESO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. MEXICO, TRILLAS, 1983.

ROJO AJENJO, ONOFFRE.  
"LA MAGIA Y LA CIENCIA: FALSABILIDAD Y HERMETISMO" MEXICO,  
ANUIES, # 62, ABRIL-JUNIO DE 1987.

NEWTON Y SUS REPERCUSIONES EN EL MUNDO ACTUAL. (MIMEO).

EL OCASO DE LAS TEORIAS FISICAS: UNIFICACION Y COMPLETEZ.  
(MIMEO).

RETICO.  
"EPHEMERIDES NOVAE". LEIPZIG. 1950. VEASE A FOESTLER ARTHUR.

ROMANO RUSIERO Y ALBERTO TENENTI.  
LOS FUNDAMENTOS DEL MUNDO MODERNO. EDAD MEDIA TARDIA,  
RENACIMIENTO, REFORMA. ESPANA, SIGLO XXI, (HISTORIA UNIVERSAL  
VOL. 12), 1974, 227 PS.

ROSENAL, M.  
QUE ES EL MATERIALISMO DIALECTICO. MEXICO, QUINTO SOL, S.F.

RUSSELL, BERTRAND ET ALL.  
LA JUSTIFICACION DEL RAZONAMIENTO INDUCTIVO. MADRID, ALIANZA,  
1976.

LA PERSPECTIVA CIENTIFICA. MEXICO, ARIEL, 1976, 224 PS.

SALAM, ABDUL.  
"CIENCIA Y DESARROLLO" EN CIENCIA Y DESARROLLO. MEXICO, CONACYT,  
# 75, ANIO XIII, JUL-AGO, 1987.

VERALDI G. Y VERALDI E.  
LA PSICOLOGIA DE LA CREACION. BILBAO. MENSAJERO. (COLECCION  
COMPRENDER, SABER, ACTUAR).

VENTSEL S. ELENA.  
INVESTIGACION DE OPERACIONES. PROBLEMAS PRINCIPIOS. METODOLOGIA.  
MOSCU. ED. MIR, S/F.

VICENT, JEAN MARIE Y MAX WEBER.  
LA METODOLOGIA DE MAX WEBER. FUNDAMENTOS METODOLOGICOS EN LA  
SOCIOLOGIA. MEXICO, ANAGRAMA, 1972.

VINCI, LEONARDO DE.  
"PIENSIERI", VEASE A ARTOLA MIGUEL.

VIVES, JUAN LUIS.  
"CONTRA LOS PSEUDODIALECTICOS" VEASE ARTOLA MIGUEL.

WHITE, LINN T.  
"HISTORIA Y CLAVOS DE HERRADURAS" VEASE A CURTIS J.L.

WALKER MARSHALL.  
EL PENSAMIENTO CIENTIFICO. MEXICO, GRIJALVO, 1974.  
"EL PENSAMIENTO CIENTIFICO", VEASE HUGO PADILLA COMPILADOR.

WATSON, PATTY ET ALL.  
EL METODO CIENTIFICO EN ARQUEOLOGIA. MADRID, ALIANZA, 1981.

WEBER, MAX.  
ENSAYO SOBRE METODOLOGIA SOCIOLOGICA. BUENOS AIRES, AMORRURTU,  
1973.

WIENER, ROBERT.  
CIBERNETICA Y SOCIEDAD. MEXICO, CONACYT, 1981, 181 PS.

WILLER, DAVID.  
LA SOCIOLOGIA CIENTIFICA. TEORIA Y METODO. BUENOS AIRES,  
AMORRURTU, 1969.

WRIGHT, GEORGE H.  
EXPLICACION Y COMPRENSION. MADRID, ALIANZA, 1974.

WOLF, W. ERIC.  
LAS LUCHAS CAMPESINAS DEL SIGLO XX. MEXICO, SIGLO XXI, 1972.

ZATTERBERG, HANS.  
TEORIA Y VERIFICACION EN SOCIOLOGIA. BUENOS AIRES, NUEVA VISION,  
1981, 142 PS.

ZURAWISCHY, SEWERYN.  
PROBLEMAS METODOLOGICOS DE LAS CIENCIAS ECONOMICAS. MEXICO,  
NUESTRO TIEMPO., 1980.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

409