

Fundamentos metodológicos en ciencia

[Herramientas de pensamiento para trabajos de investigación]

CLARA E. CHAMORRO B.
JAIRO MARULANDA S.

Departamento de Biología – Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Colombia

Índice general

PRESENTACIÓN	VII
PRÓLOGO	IX
1. NOCIONES FUNDAMENTALES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Guía propedéutica para la investigación	1
2. EL CONOCIMIENTO	23
2.1. Introducción	23
2.2. El fenómeno del conocimiento	24
2.3. Es el conocimiento un problema?	25
2.4. Origen del conocimiento	26
2.4.1. El racionalismo	26
2.4.2. El empirismo	27
2.4.3. El intelectualismo	28
2.4.4. El apriorismo	28
2.5. La práctica, base del conocimiento y criterio de verdad . . .	28
2.6. El conocimiento y sus niveles	29
2.6.1. Conocimiento empírico	29
2.6.2. Conocimiento científico	30
2.6.3. Conocimiento filosófico	31
2.6.4. Conocimiento teológico	31
2.7. El conocimiento y la realidad	32
2.7.1. La realidad existe	32
2.7.2. La realidad tiene forma	33
2.7.3. La realidad es dinámica	34
2.7.4. Los fenómenos de la realidad no existen aisladamente	34
2.7.5. La naturaleza se organiza en niveles	34
2.8. Fases y formas del conocimiento	35

2.8.1.	Fase sensorial	36
2.8.2.	Fase racional o pensamiento	36
2.9.	El trinitio: verdad - evidencia -certeza	38
2.9.1.	Verdad	38
2.9.2.	Error	38
2.9.3.	Certeza	39
2.9.4.	Evidencia	39
2.9.5.	Duda	39
2.9.6.	Opinión	39
2.9.7.	Conjetura	40
2.9.8.	Ignorancia	40
3.	LA CIENCIA	41
3.1.	Introducción	41
3.2.	Ciencia y sentido común	42
3.3.	El enfoque y la actitud científica	43
3.4.	La ciencia, factor de producción social	44
3.4.1.	La ciencia como forma de conciencia social	44
3.4.2.	La ciencia, fuerza productiva	45
3.5.	Las ramas de la ciencia	45
3.5.1.	Ciencia básica y ciencia aplicada	47
3.5.2.	Las ciencias de la naturaleza y de la sociedad	48
3.6.	Principales características de la ciencia fáctica	49
3.7.	El método en la ciencia	56
3.8.	Las clases de métodos en ciencia	61
3.8.1.	Métodos y procesos	61
3.8.2.	Métodos generales	61
3.8.3.	El análisis y la síntesis	62
3.8.4.	Razonamiento inductivo, deductivo y analógico	63
3.8.5.	Especies de inducción	64
4.	LA INVESTIGACIÓN	67
4.1.	Introducción	67
4.2.	Teoría y práctica	69
4.3.	Características de la investigación como práctica científica	70
4.3.1.	Profunda vinculación a la actividad productiva del hombre	70
4.3.2.	Desarrollo gradual de lo simple a lo complejo	70
4.3.3.	Criterio de verdad, la práctica (verificabilidad)	71
4.3.4.	La investigación es un sistema	71
4.4.	La investigación como práctica social	71

4.5. La creatividad en la investigación científica	72
4.6. El sujeto y el objeto en la investigación	72
4.6.1. El sujeto de investigación	74
4.6.2. El objeto de investigación	74
4.7. Estrategia y epistemología del proceso de investigación	76
4.7.1. El proceso de investigación tal como aparece	76
4.7.2. El objeto (o producto) del proceso de investigación	76
4.7.3. Los medios de investigación (realización) en el proce- so de la ciencia	79
4.7.4. El producto del proceso: medio de nuevas investiga- ciones	81
4.8. Fases fundamentales de la investigación	86
4.8.1. Momento lógico	86
4.8.2. Momento metodológico	86
4.8.3. Momento técnico	87
4.8.4. Momento sintético	87
4.9. Los metodos de la investigación científica	87
4.9.1. Métodos empíricos	87
4.9.2. Métodos teóricos: Problemas e hipótesis	90
4.10. Función e importacia del método en la investigación	90
4.11. Las pautas del método en la investigación científica	92
4.11.1. Planteamiento del problema	92
4.11.2. Construcción de un modelo teórico	93
4.11.3. Deducción de consecuencias particulares	93
4.11.4. Contrastación de las hipótesis	93
4.11.5. Introducción de las conclusiones	94
4.11.6. Diseño de la estrategia de la investigación	95
4.12. El proceso de investigación	96
4.13. Planteamiento de la investigación	98
4.14. Investigación cualitativa y cuantitativa	99
5. EL PROBLEMA	101
5.1. Introducción	101
5.1.1. ¿Qué es un problema en general?	102
5.1.2. ¿Qué es un problema de investigación?	103
5.1.3. ¿Qué es un problema científico?	103
5.2. Los problemas: fuente de la ciencia	105
5.3. ¿De dónde surgen los problemas de investigación?	107
5.4. ¿Problemas prácticos o problemas teóricos?	108
5.5. Lógica de problemas	109

5.6. La identificación del problema	114
5.7. Planteamiento del problema	115
5.7.1. Descripción del problema	116
5.7.2. Elementos del problema	119
5.7.3. Delimitación del problema	119
5.8. Formulación del problema	120
5.8.1. Formulación del problema central y sus conexos . . .	122
5.8.2. Importancia de la pregunta en un problema	124
5.8.3. Las preguntas de respuestas Si, No	125
5.8.4. Preguntas del por qué y el cómo	126
5.9. Clasificación de problemas	127
5.10. Sugerencias para plantear el problema	128
5.11. El problema en investigación aplicada	130
5.12. Un epílogo sobre el problema	131
A. La investigación científica en biología	135
B. Formas de conocimiento	139
C. La investigación y sus clases	141
D. Clasificación de las ciencias	143
E. Actividades científico técnicas	145
F. Diagrama de flujo de la búsqueda científica (el descubri- miento fortuito puede operar en todas las etapas del pro- ceso)	147
G. Diferentes tipos de investigación	149
H. Relación de la teoría con la realidad y la experiencia	151
I. Características del modelo	153
J. Sistemática y objetividad de la ciencia	155

PRESENTACIÓN

La pretensión de enseñar a investigar en general, mediante la transmisión de una supuesta metodología de la investigación científica es problemática, porque además del manejo de las técnicas específicas, parece que la capacidad de investigar es producto que se forja a través del estudio sistemático, la dedicación, el talento, la inspiración creadora y no siempre mediante el respeto de preceptos metodológicos.

Es poco probable llegar a hacer algo relevante en materia de investigación si no se tienen ciertas virtudes del “investigador nato”; no obstante, se necesita además que ese potencial se desarrolle a fuerza de práctica, de estudio y aprendizaje de la naturaleza de su quehacer, y de análisis reflexivo sobre su propia experiencia.

La metodología no puede aprenderse ni comprenderse propiamente, fuera de la práctica misma del trabajo investigativo, pues éste reúne y sintetiza siempre teoría y práctica; no hay recetas mágicas ni preceptivas capaces de dar, por sí mismas, lo que solo la experiencia está en condiciones de otorgar.

Se pretende apenas ofrecer en el presente texto algunas ideas y disquisiciones - sustantivas, eso sí - que puedan estimular y clarificar el trabajo de quienes intenten comprender mejor el mundo que los rodea, y especialmente las manifestaciones de los fenómenos que acaecen en el entorno de la realidad natural.

La formación de una comunidad académico - científica debería ser propósito que guíe la etapa de preparación de profesionales de ciencias; ello garantizará el fortalecimiento de una universidad crítica, original y creativa. Por ello, la investigación como quehacer esencial y connatural de la Universidad debe generar su propio espacio, ya que de ella surge toda posibilidad de avance, cambio y renovación. Resulta entonces de gran importancia “enseñar a investigar”, de tal suerte que la Universidad pueda formar investigadores, docentes - investigadores que inicien en unos casos y aceleren en otros el proceso de transformación y actualización de la universidad colombiana, para que esté en condiciones de responder al reto del desarrollo científico y tecnológico, asumiendo el liderazgo que le corresponde como

agente de cambio para el logro de una sociedad nueva y mejor.

El objetivo que se persigue con este texto es iniciar al estudiante en el trabajo intelectual serio, objetivo y sistemático, darle los instrumentos de pensamiento correctos para ejecutar las operaciones de interés en sus actividades científicas y, sobre todo, disuadirlo de la idea corrientemente adoptada de que cuando se hace trabajo de investigación, casi todo éste puede ser reducido al uso de técnicas empíricas captadoras y transformadoras de datos, así como a la organización de éstos en esquemas ilustrativos más o menos completos.

El presente trabajo, más que original, es el producto de la compilación, adaptación e interpretación del pensamiento, análisis y orientaciones en el ámbito de la filosofía, la epistemología y la metodología de la ciencia, de connotados autores y maestros que contribuyen con la profundidad de sus obras a la formación de un espíritu investigativo entre quienes quieran optar por un trabajo serio, coherente y provechoso el quehacer científico.

El texto puede utilizarse a manera de lecturas en forma flexible, pues, aunque presenta una aparente concatenación en su distribución temática a lo largo de cinco capítulos, no describe propiamente la metodología del proceso de investigación, sino que se convierte en cada uno de ellos en una propedéutica de pensamiento según la motivación, el propósito y la disposición de estudio del formando.

Esperamos que estas ideas y las intenciones que ellas promueven puedan contribuir a desvanecer en las mentes excesivamente dadas a observar la superficie del mundo perceptible, la ilusión en un ingenuo empirismo como medio adecuado para la comprensión de los problemas de la realidad tanto natural como social. Aspiramos, igualmente, a contribuir con este trabajo, y de la mano de quienes nos inspiraron y nos han nutrido con su mente lúcida, su experiencia, y sus autorizados escritos, al desarrollo armónico de las facultades intelectuales del estudiante de ciencias, particularmente en el Departamento de Biología.

C.E.Ch.B.
J.M.S.

PRÓLOGO

En ocasiones algunas tareas de la investigación se vuelven casi por completo rutinarias; se desarrollan de forma mecánica (recolección de información, tratamiento de datos, organización de materiales) y consisten solamente en eso: en la aplicación maquinal de unos procedimientos prefijados. Pero éstas son - no pocas veces - actividades subalternas y por lo mismo pueden ser encomendadas para su ejecución a personal auxiliar, e incluso a programas de ordenadores. Sucede, sin embargo, que el joven principiante, o el que recién se inicia en la investigación científica, se sumerge en la mera producción de datos, cuya génesis no ha programado y para cuya interpretación aún carece de elementos conceptuales autónomos.

También ocurre con frecuencia que becarios o titulares de subsidios, ayudas, patrocinio, en fin, personas que en buen momento disponen de financiación para responsabilizarse de una investigación, se encuentran más propensos a reproducir métodos tenidos como válidos por sus evaluadores, que a un examen crítico y riguroso de la naturaleza profunda de los problemas por estudiar. En este orden de ideas tenemos la convicción de que, tanto o más útil que saber manipular unas técnicas, es conocer y reflexionar sobre los contextos en los que se visualizan y se escogen los problemas, las hipótesis y las técnicas mismas para su aplicación razonable y su contrastación en el ámbito de las investigaciones sobre la realidad objetiva.

Capítulo 1

NOCIONES FUNDAMENTALES

1.1. Introducción

1.2. Guía propedéutica para la investigación

El desarrollo de un pensamiento sistemático, dinámico, no enclaustrado, es decir, el desarrollo armónico de las facultades intelectuales y comunicativas del investigador sería inconsistente si no pasa del mundo de las opiniones empíricas al mundo del pensamiento racional y no aprende a pensar con rigor, coherencia y verdad; pero también enriquecerse a base del respeto por el pensamiento diferente e incluso opuesto, ya que de él se alimenta para crecer.

Es obligante para quien se inicia en el proceso de la investigación, partir de conceptos básicos que le permitan comprender cómo operan los mecanismos y el proceso del pensar y las formas de conocimiento de la realidad circundante. El estudiante de ciencia, si ha de involucrarse en investigación, debe iniciarse en el conocimiento y uso apropiado de la terminología que se maneja en el terreno de la investigación en general. Nadie puede preciar-se de ser un buen investigador si no conoce los antecedentes de la teoría que pretende utilizar para comprender los hechos de la naturaleza y de la sociedad.

No es posible abordar el trabajo de investigación sin contar de antemano con unas herramientas básicas para el pensamiento y la acción. Los siguientes conceptos y definiciones han de orientar al futuro investigador a manera de preparación concreta y definitiva en el uso de la terminología contextualizada dentro del lenguaje de la ciencia y la investigación.

Método

En un sentido muy general, es un orden que se debe imponer a los diferentes procesos necesarios en cualquier dominio para lograr un fin dado o un resultado deseado. Dentro de la lógica, el método es el procedimiento o plan que se sigue en el descubrimiento de las crecientes verdades de la investigación. Los métodos son instrumentos de trabajo que no aplica una sola ciencia; por ejemplo, la inducción es empleada por la química, la biología, la astronomía. Pero el método se particulariza en cada una de las disciplinas, dando lugar a las metodologías especiales.

Metodología

Aunque en términos amplios la metodología ha sido tradicionalmente incorporada como una de las partes de la lógica (las otras son la dialéctica y la crítica), puede entenderse como el terreno específicamente instrumental de la investigación, y sus relaciones se dan de modo directo con el método en un sentido amplio y con el objeto de estudio adaptándose a éste. La metodología traduce en el plano operativo y concreto las orientaciones generales que define el método a través de las técnicas, procedimientos y herramientas de todo tipo usadas durante la investigación. De otra parte, la “metodología de la ciencia” es una investigación sistemática del carácter lógico de los métodos empleados en las ciencias empíricas.

Método científico

Consiste en una aproximación epistemológica subjetiva, de orden general y abstracto de acercamiento a la realidad, entrelazada con la lógica del pensar científico que sirve al hombre para emprender la adquisición de conocimientos y para proceder en cualquier dominio, ordenando la actividad a un fin propuesto con un orden lógico. Dentro del método científico caben los procedimientos y técnicas más específicas que se emplean en las investigaciones.

Se puede indicar también que el método científico es un conjunto de pasos generalmente aceptados con los cuales se llega a una observación rigurosa, y se prueban hipótesis sobre los fenómenos percibidos, con lo que se busca en última instancia conformar un sistema de teorías y leyes en un campo determinado de la ciencia. Método y metodología deben mantener siempre la más estrecha correspondencia, para lo cual la metodología ha de diseñar instrumentos y técnicas de trabajo que sean a la vez la continua traducción del método en un plano más concreto.

Epistemología

(Del gr.episteme = sabiduría), y traducido al latín como Scientia): se conocía anteriormente como la “teoría de la ciencia”, pero hoy día se le considera como “Teoría del Conocimiento”. La epistemología analiza las teorías de la ciencia y estudia las diferentes condiciones de los conocimientos objetivos o verdaderos. La epistemología cobra importancia actual no solo porque pretende establecer las condiciones del conocimiento válido, sino, ante todo, porque hace un desmonte acrítico de las teorías científicas, hace un análisis del método científico y asegura la exactitud del conocimiento. Como teoría del conocimiento, la epistemología trata de responder a sus elementos generales, a su posibilidad, origen, esencia y formas, y determinar un criterio válido para la objetividad del conocimiento.

Exactitud

Es la verdad absoluta de una medición.

Precisión

Es el detalle con que se hace una medición (aproximación con que se hace una lectura en la balanza, por ejemplo: al gramo, al miligramo, etc.).

Investigación

En general, es toda actividad orientada racionalmente que busca de manera dinámica producir conocimiento, para lo cual se requiere una metodología.

Investigación Científica

Es una actividad que produce nuevas ideas y que se caracteriza porque sus procedimientos son metódicos o sistemáticos, reflexivos, controlados y críticos.

Ciencia

Hay quienes definen la ciencia mirando exactamente a lo que ella hace. Por tanto, sería un tipo de conocimiento en el que se experimenta, se controla, se formulan problemas, se hacen hipótesis, se elaboran leyes y se establecen teorías. Aunque esto es cierto, sin embargo se entremezclan el método y la ciencia propiamente dicha.

La ciencia es un conjunto de nuevos conocimientos objetivos, sistemáticos y comprobables, generados por la investigación acerca de las leyes que rigen la naturaleza y la sociedad, y con lo que se pretende entender el funcionamiento de éstas.

La ciencia es el resultado de la actividad del hombre, pero no cualquier tipo de actividad sino una actividad ordenada, metódica, por medio de la cual se persigue el conocimiento objetivo del mundo. Ese conocimiento no es la simple experiencia ni los simples datos de los sentidos (aunque se aceptan como punto de partida) sino que es un *conocimiento intelectual* (racional) donde tienen vigencia las leyes y los principios generales, con lo cual se trata de un conocimiento coherente (sistemático), pero eso sí, con posibilidad de rectificación continua a medida que progresan los métodos de investigación.

Problema de investigación

Es un punto de conflicto conectado con una situación de dificultad, en el que se presenta una laguna de conocimiento y una duda por resolver o una necesidad práctica por solucionar. El problema involucra uno o más interrogantes que envuelven intrínsecamente las dificultades teóricas o prácticas a las cuales debe hallarse una solución.

Conocimiento

En el vasto campo denotativo de conocimiento entran los descubrimientos científicos, las investigaciones filosóficas, las habilidades del chofer, las técnicas del profesional, el virtuosismo del artista, la familiaridad con que nos disponemos a manejar los objetos que nos rodean. En todas estas situaciones hay creencia informativa y las creencias pueden ser de dos clases: emocionales y cognoscitivas.

El conocimiento es obra de la experiencia del hombre, de la forma como se relaciona con las cosas y de la manera como se interrelaciona con los demás hombres. En síntesis, el conocimiento es el producto de la interacción del hombre con su medio.

Conocimiento científico

Es un sistema de ideas establecidas provisionalmente.

Técnica

Es la habilidad para hacer algo y refiere al saber empírico para hacer cosas materiales, mediante procedimientos particulares, independientes del método o incluidos en él. Un técnico es sinónimo de un trabajador práctico, que sabe hacer empíricamente determinada cosa.

Tecnología

Es un grado “más avanzado” el conocimiento de una técnica o la combinación de ciencia y técnica para hacer algo bien. J. Sabato define la tecnología como un conjunto coherente de conocimientos indispensables a la producción y a la comercialización de un bien o de un servicio. La tecnología consiste en la aplicación específica del conocimiento producido por la investigación, ya sea tanto en la producción, como en la distribución de bienes y servicios.

En la actualidad, se considera al tecnólogo como una especie de técnico más avanzado, con una sólida preparación científica, según lo ha ido exigiendo nuestra época, y de acuerdo a la gran influencia de la ciencia en el desarrollo de las fuerzas productivas. Técnica, ciencia y tecnología se diferencian por los objetivos diversos que persiguen: la técnica y la tecnología buscan la aplicación de los conocimientos a la forma de hacer las cosas para la satisfacción de las necesidades humanas. La ciencia pretende entender la naturaleza y la sociedad. La tecnología y la técnica producen bienes, y ofrecen servicios.

Arte

Es la habilidad para hacer cosas bellas. Arte significa una feliz conjunción de experiencia, destreza, imaginación, visión y habilidad para realizar inferencias de tipo no analítico.

Proceso

Es una secuencia ordenada de acontecimientos en el tiempo, de tal manera que no puede ocurrir uno de los pasos si no han sucedido los anteriores, por ejemplo, el crecimiento de una planta.

Según esto, la secuencia de llamadas telefónicas que recibimos durante la semana, no es un proceso propiamente dicho, al menos generalmente, pero si lo es la secuencia de acontecimientos que empieza por una llamada telefónica al médico y termina con el pago de sus honorarios. Si se analizan

con suficiente profundidad, la mayoría de los acontecimientos resultan ser procesos.

Procedimiento

Constituye una serie de operaciones planeadas en orden unas tras otras, por ejemplo la serie de actividades para conseguir una cita médica, o un procedimiento en el Departamento de Compras de una empresa, o el procedimiento para la puesta en producción de un pozo petrolífero.

Realidad

Podría definirse como la cualidad propia de los fenómenos que reconocemos como independientes de nuestra propia voluntad. La realidad está constituida por las manifestaciones observables directamente por los sentidos a través de instrumentos, e inclusive de la razón, de señales del mundo circundante. Realidad puede tomarse como sinónimo de “existencia”

Teoría

La teoría es un sistema de hipótesis (sistema hipotético-deductivo) entre las cuales destacan las leyes, de modo que el núcleo de una teoría es un sistema de fórmulas y está constituido por conjunto de explicaciones razonables acerca del funcionamiento de la realidad. Ahondando un poco, la teoría es el pensamiento organizado y sistemático sobre algo y está constituida por un conjunto de explicaciones razonables acerca del funcionamiento de la realidad. Como unidad explicativa, la teoría supone la existencia de un objeto (aquello sobre lo cual se investiga) y un punto de vista (la manera como se estudia ese objeto).

La teoría es un sistema relacional de leyes que suministra explicaciones integrales sobre un determinado campo del conocimiento, orienta al estudio, delimita el hecho que se va a estudiar, y señala los vacíos del conocimiento. De la teoría se pueden extraer y derivar una serie de consecuencias y conclusiones.

Hipótesis

Es una proposición que relaciona conceptos empíricamente observables, o que pueden ser reducidos a referentes empíricos; es también un enunciado fáctico general, susceptible de ser verificado. De una proposición teórica pueden derivarse hipótesis; de una hipótesis deben derivarse formas de comprobación (consecuencias contrastables).

Investigación y desarrollo

Es cualquier actividad creadora y sistemática, para aumentar conocimientos científicos y técnicas para concebir nuevas aplicaciones. Comprende tanto la investigación básica como la aplicada.

Hecho

Es todo aquello que se sabe con algún fundamento que pertenece a la realidad, sea o no percibida por un sujeto; acontecimiento que se produce en el tiempo y en el espacio y que solo se configura como tal a la luz de alguna conceptualización previa que lo aísla de la infinita masa de impresiones y fenómenos que lo rodean. Ejemplos: un relámpago, un huracán, una población de lombrices, una empresa. No son hechos los conceptos ni los razonamientos, ni las fórmulas que de ellos se derivan. Los hechos no son verdaderos ni falsos; simplemente ocurren y son más precisos y específicos que cualquier afirmación acerca de ellos. Ayudan a clarificar y a definir la teoría.

Son hechos: un acontecimiento, un proceso, una cosa.

Dato

Es una proposición singular o existencial que expresa algunos rasgos del resultado de la acción de observar; por ejemplo: Se inyectó a la rata No. 13 un mg de nicotina el primer día. Los informes sobre experiencias privadas no se consideran datos científicos: primero, porque se supone que el experimentador informa acerca de hechos objetivos; segundo, porque sus experiencias personales son irrelevantes para esos hechos objetivos; tercero, porque se supone que sus informes han de ser controlables por sus colegas, mientras que sus experiencias personales no son fáciles de poner a prueba; cuarto, porque se supone que los datos del científico van cargados de interpretación y pueden estar formulados, en parte al menos, en un lenguaje teórico.

Los llamados *datos sensibles* no son datos científicos; la ciencia empieza con las interrogaciones del especialista y con la formulación de conjeturas, no por la sensibilidad.

Podemos llamar *datismo* a la creencia de que toda pieza de conocimiento científico es un conjunto de datos, y se parece al *dadaísmo*, doctrina según la cual las teorías tienen que ser las sistematizaciones más sencillas de los datos. El datismo y el dadaísmo son el núcleo del empirismo estricto.

Puede ser un fraude costoso y, cosa aún más condenable, puede desorientar a innumerables hombres el hecho de hacerles creer que la investigación

científica consiste en observar por el mero gusto de observar, de recoger datos por el gusto de amontonarlos, y no en preguntar, pensar y poner a prueba empírica y teóricamente lo pensado para descubrir estructuras generales.

Respuesta y dato

La recolección de los datos depende del tipo de investigación y del problema planteado y puede proceder entre otras cosas de la observación. Pero, muchas veces lo que se observa es una respuesta del objeto en estudio. *Respuesta* es cierto tipo manifiesto de acción; es observable. *Dato* es el producto del registro de la respuesta; es observado. El camino de la respuesta al dato es complejo dada las variaciones sensoriales intrapersonales y el uso de símbolos para registrar las impresiones de las respuesta.

Variable

Es el contenido de solución que se la da al problema de investigación. Una variable es el aspecto o dimensión de un fenómeno, cuya característica es la de asumir distintos valores. Para definir una variable se tendrá en cuenta:

- (a) Definición nominal: nombre de la variable.
- (b) Definición real: dimensión de la variable.
- (c) Definición operacional: indicadores.

Fenómeno

Es todo hecho que se presenta ante el sujeto que lo percibe o lo capta mediante sus sentidos (o a través de aparatos e instrumentos como prolongación de ellos). El uso de “fenómeno ” no es sin embargo coherente: en la literatura científica se toma a menudo como sinónimo de “hecho”, igual que en el lenguaje ordinario ‘hecho’ se confunde frecuentemente con “verdad”. Los acaecimientos y los procesos son lo que ocurre a cosas concretas, en y entre cosas concretas; en consecuencia, los acontecimientos, los procesos, los fenómenos y las cosas concretas son, pues, los hechos.

Suceso

Es un universal definido con amplitud suficiente como para que admita muchos casos particulares en el tiempo a modo de instancias suyas.

Relación

Es la conexión de una cosa con otra o de unos hechos con otros.

Ejs: Teoría y hechos
Sujeto y objeto
Causa y efecto
Ejercicio y cansancio

Las relaciones surgen de la inteligencia, se consideran dependiendo de los hechos que han sido relacionados y se expresan mediante enunciados. Ejemplos: “el agua hierve a los 100 grados centígrados”; “cuando hay una infección aumenta la temperatura del cuerpo”. La relación no está expresada en palabras, pero se comprende. Las relaciones no son cosas que podemos señalar; no se pueden tocar o experimentar. Sin embargo, podemos percatarnos de que existen distintas formas de relacionar los hechos (acontecimientos, procesos o cosas).

A la forma en que se relacionan las partes de un todo la podemos llamar *estructura*. Esta cambia cuando varía la relación entre sus partes. Las partes no necesariamente tienen que ser físicas, pues también hay relaciones entre cualidades o afectos. A éstos se les llama elementos.

- (a) *Relación contingente*: conecta hechos particulares y lo que se afirme sobre ella puede ser verdadero o no en un momento dado; por ejemplo: “Juan Camilo representa exitosamente el papel de Simón Bolívar”; puede ser que algunas veces Juan Camilo no tenga el mismo éxito en su representación como Simón Bolívar.
- (b) *Relación constante*: significa que es necesaria; tiene carácter universal y estable o constante, y conecta colectivos de hechos; por ejemplo uno de los síntomas de infección es la elevada temperatura; es decir cualquier infección producirá ese y otros efectos patológicos.

En el mundo de la ciencia son de gran valor las relaciones generales, necesarias y constantes, es decir las leyes, las cuales se expresan mediante proposiciones.

Ley

Las leyes son relaciones constantes y no observables entre distintos hechos, o entre dos o más variables. Su función es explicar un hecho mediante su relación con otro.

Lógica

Es la ciencia que estudia las formas, estructuras o esquemas del pensamiento: dirige los actos de la mente para proceder en ellos más fácil y seguramente. Comprende la dialéctica, la metodología y la crítica.

Intuición

Es la operación de la inteligencia por la cual se aprehende o percibe, se “ve ”o “capta”en forma simple una esencia del objeto, sin juzgar nada al respecto. A través de la intuición ocurre la percepción de las ideas o verdades en forma clara e inmediata, sin que haya razonamiento.

Universo

Complejo de procesos en el cual los objetos, aparentemente estables, pasan por un cambio ininterrumpido del devenir y de la caducidad que, finalmente, pese a las contingencias y retrocesos, produce un desarrollo progresivo.

Función Proposicional

Es una expresión que contiene una variable, o elemento constitutivo indeterminado.

Proposición

Es un enunciado u oración declarativa a través de la cual se afirma o niega algo. La proposición es el sentido o contenido del enunciado. Toda proposición refleja algún aspecto del mundo. Algunos filósofos han llamado intencionalmente hechos a todas las proposiciones fácticas singulares, con lo cual el problema de la estimación de dichas proposiciones por medio de criterios de verdad, se elude sin resolver; pero esto lleva muchas veces a confundir los hechos con las ideas acerca de los hechos.

Sin embargo cuando un físico escribe descuidadamente que “el hecho X significa Y”no está pensando que los hechos puedan significar nada en sentido literal. Preguntar ¿Cuál es la significación de X? daba por supuesto que X tenía un “sentido”en el sentido de finalidad, de tal modo que la presencia de X tenía “sentido ”en alguna imagen antropocéntrica. Evitaremos estos errores atendiendo a la regla lingüística según la cual solo los signos ratificatorios pueden tener significado: los hechos no pueden significar nada.

Enunciado

Es la expresión de un pensamiento que puede o no ser verdadero. El enunciado es la expresión lingüística de la proposición; es una expresión que contiene una afirmación o una negación; una expresión cuyo contenido puede calificarse como verdadero o como falso. Ejemplos y contraejemplos:

1. Saturno es un planeta.
2. El número X es par.
3. El presidente X murió hace 10 años.
4. ¿El agua será más pesada que algunos metales?
5. Procura llegar más temprano.
6. Algunos filósofos -como Hegel y Fichte- son idealistas.

La expresión 1 es un enunciado porque contiene una afirmación. La expresión 2 no es un enunciado porque, como no dice a qué número se refiere, no podemos saber si su contenido es verdadero o falso. La expresión 3 es un enunciado. La expresión 4 no es un enunciado, es apenas una interrogación cuya respuesta debe dilucidarse. La expresión 5 no es un enunciado, es una instrucción. La expresión 6 es un enunciado cuya condición de verdadero puede someterse a estudio.

Pensamiento

Los pensamientos constituyen, por así decirlo, los fundamentos mediante los cuales el hombre estructura su vida intelectual. Todo el cúmulo de conocimientos que va pasando a través de las generaciones, se puede realizar debido a los pensamientos que todos los hombres -aún los más notables- han concebido. Se puede añadir que el hombre, gracias a sus pensamientos, ha sido capaz de elaborar la ciencia y sus derivaciones (técnica). Si observamos con detenimiento, parece que por todas partes el pensamiento del hombre invade la realidad.

Un pensamiento es un conocimiento reflexivo, y el fruto de la reflexión, cualquiera que sea, ciertamente será un pensamiento. Por otra parte el pensamiento debe dirigirse a encontrar una respuesta satisfactoria a determinada pregunta o a cierto problema. Y finalmente el pensamiento debe tener cierto grado de abstracción. Por tanto, el pensamiento siempre es conocimiento de conexiones o relación.

Razonamiento

Es una de las formas más elaboradas del pensamiento y consiste en la capacidad para establecer relaciones entre proposiciones a fin de avanzar en el conocimiento.

Una conclusión

Es un enunciado predictivo, obtenido a base de inferencia lógica a través de premisas (leyes e informaciones). La conclusión no es un simple resumen de los resultados de observaciones o experimentos. La conclusión no conecta hechos específicos entre sí, sino clases de sucesos a los cuales los hechos están, estuvieron o estarán ligados. Las conclusiones deben sacarse de los hechos que se han estudiado. Jamás deben ser expuestas a priori.

La conclusión es una especie de “predicción teórica” que utiliza el concepto de verdad parcial, apoyada con operaciones o datos empíricos. Ya que la conclusión encarna generalizaciones empíricas basadas en datos observacionales limitados, hay que tener en cuenta que constituye una inferencia, esto es, una estimación respecto del peso de la evidencia empírica para ciertas proposiciones.

La obtención de conclusiones a partir de datos de la experiencia (empíricas) es un tanto aventurada y puede resultar incorrecto admitirlas como verdades absolutas; por lo tanto, podrá más bien ofrecerse o presentarse como predicciones apenas favorecidas por la evidencia disponible.

Inferencia

Es el establecimiento de conclusiones lógicas a partir de observaciones empíricas particulares que las entrelacen.

Discurso

“Correr el pensamiento” (discurrir). Es una disertación sobre un tema, un problema dado, para cuya solución se va pasando de un término a otro.

Causa

Es todo cuanto pueda incluirse en el pensamiento o percepción de un proceso que tiene lugar a consecuencia de otro proceso. Debido a la “evolución humana”, se convierte al concepto de causa en una copiosa fuente de falacias. Decir que los cuerpos caen es una vaga aserción cualitativa; lo

que la ciencia desea saber es la velocidad de su caída, la cual depende de la forma de los cuerpos y de la densidad del aire.

Si se admite una pluralidad de causas, más no de efectos, o sea, si se supone que dada la causa, el efecto tiene que ser tal o cual, pero que, dado el efecto la causa pudo haber sido una de muchas alternativas, se puede decir que la causa determina el efecto, más no el efecto la causa. La pluralidad de causas solo resulta de concebir el efecto vago y restringidamente, y la causa de modo preciso y amplio

La función esencial que desempeña la causalidad, o conexión necesaria de los sucesos en la serie temporal, es la posibilidad de inferir el futuro por el pasado o, en general, inferir sucesos de cualquier momento a partir de sucesos de momentos determinados.

La creencia de que las causas “actúan” resulta de asimilarlas, conciente o inconscientemente a las voliciones. Al considerar la concepción activista de la causación existe una tendencia fuertemente arraigada en el pensamiento humano a interpretar las ocurrencias naturales en términos de la propia experiencia del hombre, a dotar a la naturaleza de propósitos, y así, finalmente, a atribuir todo lo que sucede a los propósitos del Creador.

Objeto

(Del latín *objectus*) “cosa vista”, “lo que está delante”. Es todo aquello que puede ser tema del conocimiento o de la acción, es decir, todo aquello hacia lo cual el sujeto puede dirigirse; o el sector de la realidad material y/o espiritual (cosa, idea, persona, situación, acción, proceso, fenómeno, etc.) sobre el que recae la atención y acción de un sujeto.

Toda investigación se realiza sobre un objeto, sobre un ser existente o sobre un proceso ya sea de la sociedad, la naturaleza inanimada o la misma naturaleza viva. Es necesario distinguir objetos reales e ideales:

- (a) Objeto real: existe en el tiempo y en el espacio, por ejemplo un cuerpo, o simplemente en el tiempo como por ejemplo un hecho psíquico. Son objetos reales los fenómenos de la naturaleza y los hechos de la cultura. Se conciben como objetos reales todo aquello que nos es dado en la experiencia externa o interna o se infiere de ella.
- (b) Objeto ideal: no tiene carácter espacio - temporal y no es objeto de la experiencia empírica, ya que es susceptible de ser pensado por todo sujeto; ejemplo: las figuras geométricas de parábola.

Cosa

Una cosa es cualquier ser físico en el que las partes están estructuradas formando una unidad; ejemplo: el cuerpo humano, una flor, un planeta. Podemos llamar entidades o cosas físicas a los entes concretos, con el fin de distinguirlos de objetos conceptuales como las teorías. Una onda de luz es una cosa concreta, y también lo es una comunidad humana, pero una teoría de una u otra cosa es un sistema conceptual.

Modelo

Es una serie de proposiciones coordinadas y subordinadas que más frecuentemente se expresan mediante fórmulas que describen o explican relaciones reales de los objetos. Los modelos son esquemas teóricos, sin existencia real, que refieren a esquemas objetivos que sí existen en la realidad. Un modelo suele ser solo una parte de la teoría. Buscan pues, facilitar la contrastación de la misma.

El término modelo abarca varios significados:

- (a) Representación. La maqueta de un edificio es un modelo porque lo representa. Aunque no vemos el edificio, gracias al modelo comprendemos como será.
- (b) Perfección o ideal. Decimos: “Juan es un estudiante modelo” o “Rosa es una esposa modelo”. Con ello queremos indicar que así como es Juan deberían ser los demás estudiantes; y como es Rosa deberían ser todas las esposas.
- (c) Muestra. En el caso, por ejemplo, cuando en una unidad habitacional un vendedor nos lleva a ver la casa “modelo”; o bien, cuando vamos a un desfile de modas y vemos los distintos trajes en exhibición como muestra de la producción de un diseñador.

En la ciencia se hace referencia a los modelos científicos que pueden entenderse según los tres significados anteriores: representan la teoría, muestran las condiciones ideales en que se produce un fenómeno al verificarse una ley o una teoría y, por otro lado, constituyen una muestra particular de la explicación general que da la teoría. Ejemplo típico de modelo es el del átomo que ilustra la teoría de Bohr.

Pueden clasificarse los modelos desde el punto de vista de su nivel de abstracción en teóricos y materiales. Un modelo teórico simbólico es una propuesta teórica consistente en fórmulas matemáticas coordinadas que intentan dar cuenta de un segmento de la realidad objetiva. Un modelo material es una construcción física: formas plásticas, imágenes, gráficas, etc, que

resaltan las cualidades objetivas supuestas en las teorías. También pueden clasificarse los modelos según la clase de hechos que buscan explicar; en este caso se tratará de modelos de las ciencias naturales y modelos de las ciencias sociales.

De hecho, la construcción de modelos es una de las tareas esenciales de la labor científica. La finalidad de la ciencia es obtener conocimientos sobre los fenómenos de la naturaleza y lograr su control: pero la realidad es demasiado compleja para poderla abarcar en todos sus aspectos. Además, como no conocemos la estructura de la realidad en forma íntegra, es necesario aislar mediante modelos (abstracción) algunos aspectos para poder estudiarlos.

Cuando tenemos un modelo que representa un cuerpo de conocimientos, lo comparamos con la realidad mediante la observación y la experimentación, de lo cual surgirá una hipótesis que ya es una posible representación o modelo básico de la realidad problemática. Para poder contrastar esa hipótesis construimos un modelo material, con el cual podemos experimentar.

Modelo Estocástico

Es una forma de modelo en que se combinan aspectos probabilísticos y determinísticos en la predicción de fenómenos o en la formulación de leyes y teorías.

Idea

Es un producto de la inteligencia y existe dentro de ésta, no en forma material o física sino intencional y representativa. La idea es la representación e interiorización mental de un hecho que, cuando toma cuerpo en la realidad material puede o no, corresponder a aquello. La idea es abstracta y universal; es intrínsecamente independiente de la sensación y, por medio de ella se puede captar el ser inteligible de la esencia.

Imagen

La imagen es la reproducción de una sensación anterior, es siempre producto de una facultad sensible y orgánica que es la imaginación. La imagen es algo particular, concreto; por ejemplo podemos tener la imagen de “este” animal, de “este” hombre. La imagen captada o producida por la imaginación alude a aquello que es accidental en el objeto que se considera; se refiere al color, al tamaño y demás características sensibles, materiales del objeto considerado.

La imagen siempre es individual, concreta y compuesta solo de datos sensibles.

Concepto

El concepto o su equivalente, la idea, hace parte de la fase racional de conocimiento y consiste en la cognición generalizada de la realidad, o la significación simple, general y abstracta de los objetos. El concepto es el punto de vista (predicado) desde el cual se determina aquello que es materia del conocimiento (objeto). Solo se llama concepto a la idea de una cosa que sirve para diferenciar objetos distintos e identificar objetos semejantes. El concepto define los aspectos esenciales de un objeto.

Podría decirse que el concepto -al que también se le llama idea- es la representación abstracta, mental de un objeto o de un proceso; el concepto es el resultado de una aprehensión, de la captación por la mente de algo que se encuentra frente a ella; cuando al concepto se le denomina idea es precisamente para subrayar el hecho de que no se trata de algo material ni sensible; el término concepto hace referencia a que es la inteligencia la que concibe dentro de sí al objeto que se encuentra en frente de ella. Todo concepto, pues, se refiere a un objeto y no precisamente a una cosa en el sentido habitual del término.

Juicio

Es otro componente de la fase racional del conocimiento; consiste en la operación del pensamiento por la cual una materia de conocimiento se caracteriza según el punto de vista que fija el sentido de una pregunta. Por ejemplo: si se pregunta ¿cómo es la Tierra según su forma? Se contesta con el juicio: “la Tierra es redonda”. “La Tierra”, sujeto; “redonda”, predicado; ello es el punto de vista (o concepto).

El juicio es la relación determinante de los conceptos en la particularidad de sus momentos y constituye siempre una determinación de algún proceso o conjunto de procesos del universo. La propia expresión del juicio es siempre objetiva, y se establece con independencia del significado subjetivo que pueda tener para el sujeto que lo determina. Las leyes fundamentales del juicio constituyen los llamados principios lógicos supremos: de identidad, de contradicción, de exclusión y de razón suficiente.

Raciocinio

Es la capacidad individual subjetiva de enlazar ideas en un discurso lingüístico que puede ser coherente e incoherente. Al pensar correcto, y sólo

a éste, se le llama razonamiento. Razonar es “dar razón” de las cosas que deseamos aceptar como verdaderas. Por ello el razonamiento es un proceso del pensamiento que trata de demostrar que debe aceptarse una confusión porque hay buenos motivos que indican su veracidad.

Dialéctica

Es la ciencia de las leyes generales del cambio, tanto en el pensamiento humano como en la sociedad y la naturaleza. La dialéctica se formula según tres instancias: tesis, antítesis y síntesis. La síntesis conserva lo positivo de la tesis y de la antítesis.

La dialéctica no es un método empleado para elaborar la historia, sino que es la historia misma. Las leyes de la dialéctica se han extraído de la historia de la naturaleza lo mismo que de la historia de la sociedad. No se imponen a la naturaleza ni a la sociedad, como leyes del pensamiento, sino que explican a la sociedad y a la naturaleza por haber sido inferidas de ellas. Los acontecimientos no persisten ni permanecen, sino que únicamente son momentos de los procesos; todo esto posible ante todo por la dialéctica o cambio continuo existente en el Universo.

La dialéctica debe concebirse como la ciencia de las leyes más generales de todo el movimiento, lo cual implica que sus leyes tienen la misma validez en el movimiento de la naturaleza y de la historia, que en el proceso del conocimiento. De aquello que no se mueve -siquiera sea parcialmente en uno de los múltiples aspectos de la naturaleza, la sociedad o el pensamiento- no es posible decir nada. De aquí que la propia constitución de los procesos sea un resultado de las formas de su movimiento.

Observación

La observación recoge lo que ofrece la naturaleza. Mediante este tipo de método el investigador conoce el problema y el objeto de investigación estudiando su curso natural. La observación es el estudio de las condiciones naturales del objeto sin alterarlas. Para lo cual pueden utilizarse aparatos o instrumentos que ayuden al investigador en su labor de conocimiento perceptivo del objeto.

La observación es el procedimiento empírico básico. Tanto la medición como el experimento suponen observación, mientras que ésta se realiza sin precisión cuantitativa (o sea, sin medición) y sin cambiar deliberadamente los valores de ciertas variables (o sea, sin experimentación). El objeto de la observación es, naturalmente, un hecho actual; el producto de un acto de observación es un dato.

La observación propiamente dicha puede caracterizarse como una percepción intencionada e ilustrada: intencionada o deliberada porque se hace con un objetivo determinado; ilustrada porque va guiada de algún modo por un cuerpo de conocimiento. El objeto de la observación es un hecho del mundo interno o externo del observador. Convendría usar el término observación en el sentido estricto de observación directa. “La observación” de choques moleculares o de los sentimientos de otras personas es indirecta: es una inferencia hipotética que se sirve de datos de observación y de hipótesis; en el mejor de los casos puede entenderse como una observación indirecta.

En la observación podemos distinguir el acto de su producto. Pero el producto de un acto de observación no es sino el último eslabón de un proceso completo que puede analizarse en los siguientes pasos:

- i. tomar conciencia del objeto,
- ii. reconocer el objeto a grandes rasgos y
- iii. describir el objeto.

En general debe existir alguna expectativa de ver algo interesante; por ejemplo: el sujeto W tiene la percepción X de un objeto Y en las circunstancias Z.

La observación científica es un modo refinado de aprehender el mundo perceptible y de poner a prueba nuestras ideas sobre el mismo: está influenciada por el conocimiento científico y, por lo tanto, puede ser indirecta igual que directa, y precisa o errada; pero, como sus resultados son públicos, puede controlarse y corregirse mediante el trabajo de un especialista calificado. La observación científica es acuciosa y penetrante y corrientemente se hace para extraer de la naturaleza lo que ésta ofrece y para tratar de descubrir las relaciones entre los hechos.

En el proceso de observación pueden reconocerse esencialmente cinco elementos: el objeto de la observación, el sujeto u observador, las circunstancias de la observación (o medio ambiente del objeto y el sujeto), los medios de observación (sentidos, instrumentos auxiliares y procedimientos) y el cuerpo de conocimiento en el cual se encuentran relacionados los anteriores elementos. Los medios de observación y el cuerpo de conocimiento relevante pueden agruparse bajo el nombre de instrumentos de observación (concretos y conceptuales).

Experimento

Es la más rica de todas las formas de experiencia humana y consiste en aquella clase de experiencia científica en la cual se provoca deliberadamente

algún cambio y se observa e interpreta su resultado con alguna finalidad cognoscitiva. Por ejemplo: sería un experimento sobre el canto de los pájaros el mantener algunos pájaros cantores aislados individualmente desde su nacimiento para estudiar la influencia del aprendizaje y la herencia en el canto. La mera cría de pájaros sin una intención de esa naturaleza no es un experimento, sino simplemente una experiencia con mayor o menor observación.

El experimento añade a la observación el control de ciertos factores con base en supuestos teóricos y, cuando es preciso, supone medición. El experimento científico, cuando se realiza con su ayuda y se orienta a contrastar ideas, resulta ser propiamente el método experimental. Y el método experimental se considera a su vez frecuentemente como característico de la ciencia moderna.

El proyecto de experimentos cuantitativos es naturalmente más complejo que el de experimentos cualitativos, pero no necesariamente más sutil desde el punto de vista intelectual: el uso de los instrumentos de medición presupone que las variables de que se trata están objetificadas y que se han desarrollado técnicas de medición, mientras que un experimento cualitativo puede objetivar o poner de manifiesto ciertas variables y relaciones.

El experimento no se lleva nunca a cabo en vacío teórico, ya que si hacemos experimentos es para resolver problemas originados por un cuerpo de ideas. Los hechos observables pueden presentarse a cualquier lector o espectador, pero las ideas motoras son accesibles a poca gente.

Sin embargo, el experimento, a diferencia de la observación, no siempre es posible realizarlo. El diseño y la realización de un experimento están condicionados a la naturaleza y circunstancias del objeto y del problema de investigación. Por ejemplo, la naturaleza de los astros o de los sistemas macroeconómicos o macrosociales, son objetos imposibles de control en condiciones ideales de laboratorio. Por otro lado, también la experimentación depende del grado de conocimiento científico que tengamos del sistema investigado. El diseño del modelo de experimentación no puede ser resultado de condiciones de ignorancia, sino de un bagaje científico que permita recrear las condiciones propias del objeto o del problema.

Objetivos, propósitos, logros, metas

Los objetivos son aspectos claves en cualquier tipo de proyecto, e incluso de actividad. El término objetivo no tiene un significado único: un objetivo puede ser una meta, un propósito, un punto central de referencia, un producto, un logro, un fin. Al decir que es una meta se afirma que se trata de un fin hacia donde se dirigen las acciones o deseos de una persona y

en este caso, de un proyecto. Es un propósito cuando implica una intención y una mira, y para ello se requiere que se convierta en un punto centrado de referencia que permita entender la naturaleza específica de las acciones por realizar. De igual manera, un objetivo se convierte en un producto, o sea, el resultado de un trabajo o de una actividad.

Los productos o resultados deben responder a objetivos propuestos, o de lo contrario el proyecto no habrá cumplido con lo que se propuso. Alcanzar o conseguir algo que se desea o se intenta se transforma en un logro, y de igual manera se busca alcanzar un fin, es decir, conseguir algo bien definido y perseguido intencionalmente.

Algunos autores destacan las diferencias que existen entre una finalidad y un objetivo, ya que para ellos, la primera busca necesariamente producir un impacto dentro de una población determinada, mientras que con el objetivo solo interesa producir un efecto.

Finalmente, los objetivos son lo que se desea alcanzar para presentar alternativas de solución al problema de investigación que justifica la realización de un proyecto.

Proyecto

Este término es fundamentalmente polisémico porque conjuga usos, significados y aplicaciones diferentes. El vocablo proviene del latín “proiectum”, que significa “lanzar hacia delante”, acepción que hace referencia a la idea o intención de una persona de alcanzar algunos fines y objetivos específicos. De igual manera con el término proyecto se hace referencia a la etapa de concepción, planeamiento y formulación de las acciones que generalmente culminan en un documento escrito, en el cual se consignan los aspectos y elementos básicos previstos para posteriormente emprender su desarrollo.

Sin embargo, en lo esencial el término se relaciona con el designio o la idea de hacer o ejecutar algo. El proyecto puede constituirse en una actitud, o quizás en un intento; pero también puede ser una actividad o una realización, caso en el cual se relacionaría con un esbozo, un bosquejo o un diseño. Existen proyectos personales, arquitectónicos, económicos, sociales, científicos, de ley, etc. que, aunque pueden tener aspectos comunes, también poseen rasgos propios.

Para la metodología de la investigación, un proyecto es una propuesta de estudio o de investigación científica dentro de un campo más o menos definido, con unos métodos y técnicas determinadas, que es posible o viable. Pero no solo puede ser una propuesta, sino también un conjunto de elementos o partes interrelacionadas en una estructura diseñada para lograr

objetivos específicos.

En una investigación científica han de planearse detalladamente los aspectos técnicos de administración y control, de infraestructura institucional y de personal. Es lo que se denomina formular un proyecto de investigación científica, que consiste en disponer cuidadosamente, en un documento escrito, las actividades que han de llevarse a cabo y las especificaciones y parámetros de cada una de ellas. Este documento del proyecto de investigación (también llamado propuesta) cumple las dos funciones básicas de todo ejercicio de planeación:

- (a) Sirve de base para tomar la decisión sobre si conviene o no emprender la investigación propuesta.
- (b) Sirve de guía en la realización de la investigación.

En muchas oportunidades se comete el error de confundir el término “proyecto” con otros que, si bien aparentemente son sinónimos, en la práctica se refieren a aspectos muy diferentes. Tal es el caso de las expresiones plan, programa, actividad, conceptos que a juicio de los especialistas se encuentran íntimamente ligados al proyecto, tanto que en muchas oportunidades se acepta que un plan comporta programas y proyectos.

- (a) Actividad. Conjunto de acciones o tareas que se realizan en desarrollo del proyecto sin las cuales no se podría cumplir los objetivos.
- (b) Programa. Muchas veces se confunde con un proyecto ordenado de actividades, pero, en la práctica, un programa es un conjunto de proyectos, con metas y objetivos de un plan que deberá cumplirse dentro de un tiempo y de un ámbito determinado. A diferencia de un proyecto, el programa parte de los resultados del diagnóstico que tiene como referencia la situación definida como meta.
- (c) Programación. Se asocia con un conjunto de procedimientos y técnicas utilizadas para orientar y ordenar las acciones de un programa.
- (d) Plan. Es mucho más general que los anteriores, ya que hace referencia a un amplio conjunto de fines, objetivos, medios, instrumentos, metas, recursos, etc. para lograr el desarrollo de un área o de un sector más o menos amplio (país, región, provincia, comunidad). Esta tipificado en el caso de los planes de desarrollo económico o social, en los planes de estudios de un área educativa, o hasta en el propio plan de cuentas de un contabilista.

Productos, resultados, efectos

En muchos casos se confunden los objetivos, las metas y los productos, olvidando que una cosa producida es exclusivamente el resultado de un trabajo o de una operación determinada. Son instancias inseparables, ya que es imposible pretender conocer una de estas categorías si no se conoce la otra.

Aunque generalmente un producto se define como “el resultado de un trabajo o de una actividad determinada”, son muchas las variantes y los alcances que tiene el término, ya que fácilmente se puede asociar con una obra realizada, el fruto de un trabajo, un provecho, un lucro o beneficio, un rendimiento.

En el campo económico se denominan “resultados del proyecto” tanto a sus productos como a sus efectos, que a la postre se consideran como aspectos inseparables de una misma actividad.

Conjetura

Es un intento consciente, pero no racionalmente justificado, de representarse lo que es, fue o será, sin fundamento de ninguna clase.

Prognosis

Es una conjetura informada, o predicción de sentido común, que equivale en una previsión basada en generalizaciones empírica más o menos tácitas.

Predicción (o retrodicción) científica

Es una previsión (o retrovisión) basada en teorías y datos científicos o tecnológicos.

Capítulo 2

EL CONOCIMIENTO

2.1. Introducción

El hombre posee la capacidad de conocer intelectualmente, pero esto es apenas obvio. El hombre tiene también la capacidad de conocer discursivamente. Que el hombre conoce es un hecho; pero no conoce de cualquier manera: lo hace gradualmente. El conocimiento es una tarea esencial para el hombre y hace parte del desarrollo integral del individuo. Si en algo podemos situar la grandeza del ser humano es precisamente en su capacidad de conocer, en su afán de saber (“Homo naturaliter scire desiderat”, sentenció Aristóteles).

Por naturaleza el hombre se dirige al mundo que lo rodea, lo interroga, busca interpretarlo, conocer las leyes que regulan sus procesos. Las cosas despiertan la admiración y el interés del hombre y frente a ellas el hombre trata de dar respuestas aunque no siempre sean adecuadas.

El conocimiento es por tanto obra de la experiencia del hombre, de la forma como se relaciona con las cosas y de la manera como se interrelaciona con los demás hombres; por ello, el conocimiento es inconcebible sin el lenguaje; es el producto de la interacción del hombre con su medio.

Aunque en principio se habla del conocimiento como una reproducción conceptual de la realidad, hay que indicar que se trata más bien del proceso crítico mediante el cual el hombre va organizando el saber, su concepción del mundo, y lo va dotando de ciertas características que resultan, en primera instancia, de su experiencia personal.

El conocimiento es un proceso por el cual el hombre refleja en su cerebro las condiciones características del mundo circundante; sin embargo, éste no es un reflejo simple, inmediato y completo, y opera en ese proceso la interacción dinámica de tres elementos en desarrollo y movimiento: *la naturaleza*,

el cerebro humano y la forma de reflejo del mundo en el cerebro humano (los conceptos, las leyes, las categorías). El origen del conocimiento está en la misma actividad práctica del hombre: cuando éste entra en relación con la naturaleza y la sociedad, tiene la posibilidad de aprehenderlas. Esto significa al mismo tiempo que todas las ideas del hombre son extraídas de la experiencia y constituyen reflejos falsos y verdaderos de la realidad.

Nuestras posibilidades de conocimiento son, sin embargo, trágicamente pequeñas. Sabemos muy poco y aquello que sabemos lo sabemos la mayoría de las veces superficialmente, sin gran certeza. La mayor parte de nuestro conocimiento es solamente probable. Existen certezas absolutas, incondicionadas, pero éstas son raras.

2.2. El fenómeno del conocimiento

Lo que es esencial es que el conocimiento constituye una relación entre un sujeto que conoce y un objeto que se deja conocer; la función del sujeto es aprehender al objeto; la del objeto ser aprehensible y aprehendido por el sujeto; pero además dicha relación involucra y es dependiente de procesos sociales, de factores y circunstancias que influyen en el mayor o menor grado de profundidad de aquella realidad que pretendemos conocer y transformar.

Vista desde el *sujeto* esta aprehensión se presenta como una salida de éste fuera de su propia esfera para invadir la esfera del objeto y capturar sus propiedades. Sin embargo, el objeto no es arrastrado dentro de la esfera del sujeto, sino que permanece trascendente a él. No es en el objeto sino en el sujeto que algo cambia por obra de la función del conocimiento. En el sujeto surge una cosa que contiene las propiedades del objeto: es la “imagen” del objeto.

Visto desde el *objeto*, el conocimiento se presenta como una transferencia de las propiedades del objeto al sujeto. Al trascender del sujeto a la esfera del objeto corresponde un trascender del objeto a la esfera del sujeto; ambos, son solo distintos aspectos del mismo acto, pero en el segundo caso el objeto invade la esfera del sujeto y predomina sobre él; el objeto es el ente determinante, el sujeto el determinado.

El conocimiento puede definirse, por ende, como una *determinación del sujeto por el objeto*. Pero lo determinado no es el sujeto sino, simplemente tan sólo la imagen del objeto en él. Esta imagen es objetiva en cuanto que lleva en sí los rasgos del objeto, y siendo distinta de éste, se halla de cierto modo entre esos dos términos (sujeto y objeto). La imagen constituye pues el instrumento mediante el cual el sujeto cognoscente aprehende su objeto.

Puesto que el conocimiento es una determinación del sujeto por el obje-

to, se puede decir que el sujeto se conduce receptivamente frente al objeto. Esta receptividad no significa sin embargo pasividad. Por el contrario, se convierte en una actividad y espontaneidad del sujeto hacia la imagen del objeto, engendrada por la conciencia de aquel. La receptividad frente al objeto y la espontaneidad frente a la imagen de éste, por parte del sujeto, son perfectamente compatibles.

El concepto de la *verdad* se relaciona estrechamente con la esencia del conocimiento. Verdadero conocimiento es tan solo el conocimiento verdadero; un “conocimiento falso” no es propiamente conocimiento, sino error e ilusión. Pero, en qué consiste la verdad del conocimiento? Según parece, debe radicar en la “concordancia de la imagen con el objeto”. Un conocimiento, pues, es verdadero, si su contenido concuerda con el objeto mentado. El concepto de la verdad, es según esto, el concepto de una relación: la relación del contenido del pensamiento, acerca de la “imagen”, con el objeto. Este objeto, en cambio, no puede ser verdadero ni falso; se encuentra, en cierto modo, más allá de la verdad y la falsedad.

2.3. Es el conocimiento un problema?

No lo parece así, a primera vista, ya que estamos tan habituados en la vida cotidiana, en todo lo que decimos o pensamos, a manejar una cantidad tan grande de conocimientos que, por eso el conocimiento se nos presenta como algo inmediato, como lo que se sabe acerca de nuestro mundo, como algo natural, que casi no cuesta esfuerzo adquirir¹.

Todos sabemos que la tierra es esférica, que Colón arribó a América un 12 de Octubre de 1492; lo dicen los manuales escolares y los periódicos, lo repite la gente, nadie intenta negarlo. Pero nuestra perspectiva cambia radicalmente si, de pronto, hacemos una sencilla pregunta: ¿Cómo es que sabemos esto? ¿Cómo sabemos que es verdad, si no lo hemos comprobado directa y personalmente? Y aún más, si lo comprobáramos en apariencia, ¿podríamos estar seguros de lo que vemos, vimos o sentimos? Es entonces en este punto donde podemos vislumbrar que existe un problema alrededor de lo que es el conocer, el saber algo acerca de los objetos que nos rodean y acerca de nosotros mismos. Y este problema radica fundamentalmente

¹Vale la pena tener en cuenta que el dogmatismo (doctrina fijada) es una postura epistemológica para la cual no existe todavía el problema del conocimiento. Dicha postura da por supuestas la posibilidad y la realidad del contacto entre sujeto y objeto; para el dogmatismo el conocimiento no es todavía un problema a causa de la noción deficiente que tiene de la esencia del conocimiento, pues no reconoce la relación que el conocimiento representa entre sujeto y objeto. Cree que los objetos del conocimiento nos son dados absolutamente y no por obra de la función intermediaria del conocimiento.

en que (los seres humanos) el hombre necesita para desarrollar su vida y responder a sus inquietudes, de un conjunto amplio de conocimientos. Pero, por otra parte, la verdad no se muestra directa y llanamente a nuestra percepción: debe ser buscada, encontrada mediante la indagación, cuyo referente son los mismos objetos de los que intentamos conocer algo.

Debe hacerse entonces distinción respecto a lo siguiente: No hay que confundir una afirmación (cierta o falsa, no importa en este caso) respecto a un hecho o a un objeto, con el proceso mediante el cual se ha obtenido el conocimiento que sustenta a dicha afirmación.

2.4. Origen del conocimiento

Si formulamos el juicio: “el sol calienta la piedra”, lo hacemos con base en ciertas percepciones. Vemos como el sol ilumina la piedra, y tocándola constatamos que se calienta. Para formular este juicio nos apoyamos pues, en los datos de nuestros sentidos -la vista y el tacto- o sea en la experiencia. Pero nuestro juicio presenta un elemento que no está contenido en la experiencia, pues no dice meramente que el sol ilumina la piedra y que ésta se calienta, sino que afirma, implícitamente, que entre estos dos procesos existe una conexión íntima causal. La experiencia nos revela que un proceso sigue al otro; es causado por el otro.

El juicio “el sol calienta la piedra” presenta, según esto, dos elementos: el uno procede de la experiencia, el otro del pensamiento. Ahora, cuál de estos dos factores es decisivo? ¿Se apoya la conciencia cognoscente de forma preferencial, o incluso exclusivamente, en la experiencia o en el pensamiento? ¿De cuál de las dos fuentes de conocimiento saca sus contenidos?

La cuestión del origen del conocimiento humano puede analizarse desde varias concepciones: el racionalismo, el empirismo, el intelectualismo y el apriorismo. Sin entrar en profundizaciones, solamente distingamos de manera muy sintética estas cuatro posiciones. (ver figura 2.1).

2.4.1. El racionalismo

Ve en el pensamiento, en la razón, la fuente principal del conocimiento humano. Según esto, un conocimiento solo merece este nombre cuando es lógicamente necesario y universalmente válido. Cuando nuestra razón juzga que una cosa tiene que ser así, y que no puede ser de otro modo, que tiene que ser así, por tanto, siempre y en todas partes, entonces, y solo entonces, nos encontramos ante un verdadero conocimiento. Un tipo de este conocimiento se ofrece por ejemplo en el juicio: “el todo es mayor que la parte”, o en el juicio: todos los cuerpos son extensos. Cosa muy distinta

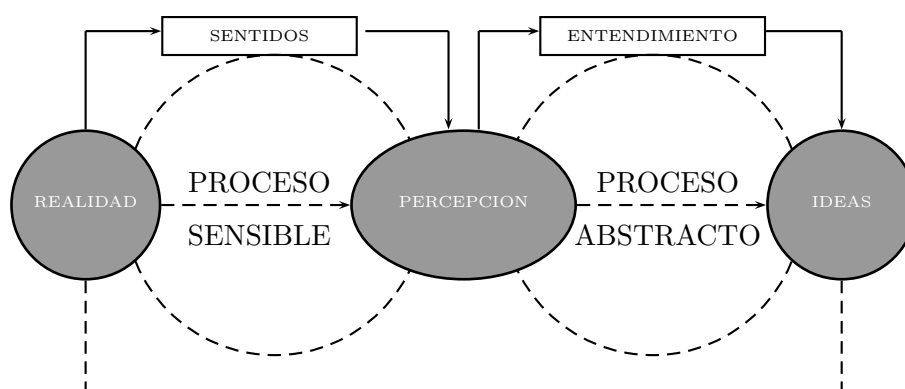


Figura 2.1: El proceso del conocimiento

sucede con juicios como: “todos los cuerpos son pesados”, o “el agua hierve a 100 grados”; estos juicios no tienen necesidad lógica y así mismo les falta la rigurosa validez universal; son válidos hasta donde hemos podido comprobarlo, es decir, dentro de límites determinados; la razón es que en estos juicios nos hallamos atentos a la experiencia.

2.4.2. El empirismo

Opone a la tesis del racionalismo la antítesis de que la única fuente del conocimiento humano es la experiencia. En opinión del empirismo, no hay ningún patrimonio a priori de la razón. El espíritu humano está por naturaleza vacío; es una tabla rasa, una hoja de escribir y en la que escribe la experiencia. Todos nuestros conceptos, incluso los más generales y abstractos, proceden de la experiencia. Mientras el racionalismo se deja llevar por una idea determinada por una idea de conocimiento, el empirismo parte de los hechos concretos y para justificar su posición acude a la evolución del pensamiento y del conocimiento humanos. Mientras los racionalistas proceden de la matemática las más de las veces, los defensores del empirismo proceden casi siempre de las ciencias naturales. Ello es comprensible. En las ciencias naturales la experiencia representa el papel decisivo. En ellas se trata, sobre todo, de comprobar exactamente los hechos mediante una cuidadosa observación. El investigador está completamente entregado a la experiencia. Es muy natural que quien trabaje preferentemente o exclusivamente con arreglo a este método de las ciencias naturales, propenda de antemano a colocar el factor empírico sobre el racional.

2.4.3. El intelectualismo

Esta posición epistemológica media entre el racionalismo y el empirismo y reconoce que ambos factores tienen parte en la producción del conocimiento. El intelectualismo con el racionalismo predicaban que hay juicios lógicamente necesarios y universalmente válidos, y no sólo sobre los objetos ideales, sino también sobre los objetos reales. Pero mientras que el racionalismo consideraba los elementos de estos juicios, los conceptos, como un patrimonio a priori de nuestra razón, el intelectualismo los deriva de la experiencia.

Según el intelectualismo, la inteligencia saca sus conceptos de la experiencia; su axioma fundamental es: “nada hay en el intelecto que no haya pasado primero por los sentidos”. Aunque el empirismo ha invocado repetidamente este axioma, el intelectualismo afirma justamente lo contrario. Además de las representaciones intuitivas sensibles, hay, según él, los conceptos. Y en cuanto contenidos de conciencia no intuitivos, los conceptos son esencialmente distintos de las representaciones, pero están en una relación genética con éstas, supuesto que se obtienen de los contenidos de la experiencia.

2.4.4. El apriorismo

También aparece como un intento de mediación entre el racionalismo y el empirismo. Sin embargo, el apriorismo define la relación entre la experiencia y el pensamiento opuestamente a como lo hace el intelectualismo; nuestro conocimiento presenta elementos a priori, independientes de la experiencia, lo cual era también opinión del racionalismo; pero, mientras éste consideraba los factores a priori como contenidos, como conceptos perfectos, para el apriorismo estos factores son naturaleza formal. No son contenidos, sino formas del conocimiento. Los factores a priori semejan recipientes vacíos, que la experiencia llena con contenidos concretos. El factor a priori no procede de la experiencia sino del pensamiento, de la razón; el pensamiento no se conduce receptiva y pasivamente frente a la experiencia, sino espontánea y activamente.

2.5. La práctica, base del conocimiento y criterio de verdad

El conocimiento humano se origina en la práctica misma. El conocimiento sobre la tierra y las plantas, sobre las propiedades de los alimentos y la industria está en las diversas necesidades y en la actividad que el hombre

realiza para buscar las diversas soluciones. El asunto pues está en relación con la comprobación práctica del conocimiento. Y el hombre comprueba que el conocimiento es verdadero o falso al confrontarlo con la práctica, para ver si resulta coincidente con los resultados que esperaba. Con su práctica el hombre demuestra la corrección objetiva de sus ideas, conceptos, conocimientos, ciencia.

2.6. El conocimiento y sus niveles

Mediante el conocimiento, el hombre penetra las diversas áreas de la realidad para tomar posesión de ella, y la propia realidad presenta niveles y estructuras diferentes en su constitución. Así, a partir de un ente, hecho o fenómeno aislado, se puede ascender hasta situarlo dentro de un contexto más complejo, ver su significado y función, su naturaleza aparente y profunda, su origen, su finalidad, su subordinación a otros entes, en fin, su estructura fundamental.

Esta complejidad de lo real, objeto del conocimiento, dictará necesariamente formas diferentes de apropiación por parte del sujeto cognoscente; estas formas darán los diversos niveles del conocimiento según el grado de penetración de éste y la consiguiente posesión de la realidad en el área o estructura considerada. Al ocuparse del hombre, por ejemplo, puede considerárselo en su aspecto externo y aparente, según el dictamen del buen sentido o la experiencia diaria. Se le puede estudiar con espíritu más serio, investigando experimentalmente las relaciones (existentes) entre ciertos órganos y sus funciones. Se puede también indagar en cuanto a su origen, su libertad y su destino. Y, finalmente, se puede investigar lo que fue dicho del hombre por Dios a través de los profetas.

Lo anterior da lugar a cuatro niveles de conocimiento sobre la misma realidad, el hombre. Tratamiento idéntico puede darse a otros objetos de conocimiento, por ejemplo, de la naturaleza.

Se diferencian entonces según el caso los niveles: empírico, científico, filosófico y teológico del conocimiento.

2.6.1. Conocimiento empírico

Se le llama también “vulgar” o “popular” y se obtiene por azar, luego de innumerables tentativas cotidianas. Es ametódico y asistemático. Permite al hombre conducirse en la vida diaria, en el trabajo, en el trato con los amigos y en general manejar los asuntos de rutina. Una característica de este conocimiento es el ser indispensable para el comportamiento diario

y por lo mismo a él recurren todos por igual: cineastas, burócratas, voceadores de productos, biólogos, artistas, etc. El conocimiento vulgar no es teórico sino práctico; no intenta lograr explicaciones racionales; le interesa la utilidad que pueda prestar antes que descifrar la realidad. Es propio del hombre común, sin formación, pero con conocimiento del mundo material exterior en el cual se halla inserto. En cuanto al alcance, lo único real es lo que se percibe; lo demás no interesa.

A través del conocimiento empírico el hombre común conoce los hechos y su orden aparente y surte respuestas (explicaciones) concernientes a las razones de ser de las cosas, pero muy pocas preguntas acerca de las mismas; todo ello logrado por experiencias cumplidas al azar, sin método, y al calor de las circunstancias de la vida, por su propio esfuerzo o válido del saber de otros y de las tradiciones de la colectividad. Su fuente principal son los sentidos. Toda esta clase de conocimientos es lo que puede catalogarse también como “saberes”.

Podría quizás catalogarse como subclases del conocimiento vulgar la superstición y la sabiduría popular.

2.6.2. Conocimiento científico

Va más allá del empírico; por medio de él, trascendido al fenómeno, se conocen las causas y las leyes que lo rigen. Conocer, verdaderamente, es conocer por las causas; saber que un cuerpo abandonado a sí mismo cae, que el agua asciende en un tubo en el que se ha hecho vacío, etc. no constituye conocimiento científico; solo lo será si se explican tales fenómenos relacionándolos con sus causas y con sus leyes. La diferencia que el conocimiento científico tiene con el conocimiento más o menos espontáneo que preside la vida cotidiana, “el mundo del manipular”, según Karel Kosic, es antes que nada el rigor que pretende imponer a su pensamiento. El conocimiento científico elabora y utiliza conceptos, desterrando así las ambigüedades del lenguaje cotidiano.

El conocimiento científico es objetivo, racional, sistemático, general, falible, metódico. Además, son sus características el desinterés y el espíritu crítico. El carácter abierto del conocimiento científico lo aparta considerablemente de todo dogma o verdad revelada, con pretensiones de infalibilidad. Es rasgo esencial del conocimiento científico su afán de demostración. La ciencia y el pensamiento científico no toleran las afirmaciones gratuitas. Una afirmación -cualquiera que sea- solo alcanza rango científico cuando es fundamentada.

Ahora bien, entre los muchos rasgos que describen al conocimiento científico es esencial el que éste resulta de una definida combinación entre

componentes teóricos y componentes empíricos², entre “lo endógeno” y “lo exógeno”. De otra parte, lo específico del conocimiento científico puede ser nombrado con el término tradicional de “explicación científica”, ya que todo producto que se reconozca como “conocimiento científico” debe cumplir como requisito fundamental que culmine en una “explicación científica”, o que realice algunas de sus fases preliminares.

2.6.3. Conocimiento filosófico

Se distingue del científico por el objeto y por el método. El objeto de la filosofía son las realidades inmediatas no perceptibles por los sentidos (suprasensibles), que traspasan la experiencia (método racional). Se parte de lo concreto material hacia lo concreto supramaterial, de lo particular a lo universal. El conocimiento filosófico es un interrogar, un continuo cuestionar sobre sí y sobre la realidad. No es algo hecho, acabado. Es una búsqueda constante de sentido, de justificación, de posibilidades, de interpretación al respecto de todo aquello que rodea al hombre y sobre el hombre mismo, en su existencia concreta. La esencia de la filosofía es la búsqueda del saber y no su posesión.

El conocimiento filosófico procura comprender la realidad en su contexto más universal. No da soluciones definitivas para un gran número de interrogantes, pero habilita al hombre en el uso de sus facultades para ver mejor el sentido de la vida concreta. En el campo del conocimiento filosófico siempre estarán en juego las categorías de esencia, universalidad, necesidad, fundamental, etc..

2.6.4. Conocimiento teológico

Es un conocimiento revelado, que implica siempre una actitud de fe y ocurre cuando, sobre algo oculto o un misterio, hay alguien que lo manifiesta y alguien pretende conocerlo. El misterio, aquello oculto que provoca curiosidad y lleva a la búsqueda, puede estar ligado o datos de la naturaleza, de la vida futura, de la existencia de lo absoluto, etc. Aquel que manifiesta lo oculto es el revelador. Podrá ser el propio hombre o Dios. Aquel que recibe la manifestación tendrá fe humana si el revelador es algún

²La oposición de términos “teoría/empírica” difiere conceptualmente de la de “teoría/práctica”. Para el primer caso, el término “teoría” refiere a los conceptos y proposiciones universales, mientras que en el segundo, el mismo término hace referencia a una disposición meramente contemplativa del sujeto, por oposición a una disposición activa. Podría, en el segundo caso, reemplazarse el término “teoría” por “conocimiento” y quedaría entonces la oposición: “conocimiento/práctica”.

hombre; tendrá fe teológica si es Dios el revelador. El conocimiento revelado relativo a Dios, aceptado por fe teológica constituye el conocimiento teológico. A ese conjunto de verdades el hombre llega, no con el auxilio de su inteligencia sino por aceptación de los datos de la revelación divina. Se vale del argumento de autoridad. Son los conocimientos adquiridos a través de los libros sagrados y aceptados racionalmente después de haber pasado por la crítica histórica más exigente.

2.7. El conocimiento y la realidad

A través de nuestra existencia adquirimos una serie de nociones acerca del mundo que nos rodea. Permanentemente confrontamos nuestras experiencias con un caudal interior de convicciones respecto de las características del mundo exterior, pero, muchas de esas convicciones son erróneas ya que están basadas en prejuicios, premociones, intuiciones, temores, supersticiones, costumbres, mitos y leyendas. Rara vez, por otra parte, nos ocupamos en comprobar si nuestras ideas acerca de las cosas se ajustan a hechos sobre los cuales no podamos tener duda.

El ser humano va creando un conjunto de representaciones mentales del mundo, que van reflejando de una manera cambiante las diversas formas que adopta la vida social y natural, de manera que las condiciones de dichas representaciones y el conocimiento sumario que va construyendo están fuertemente influidos por las propias características de la vida social. Y lo mismo ocurre con el contenido del conocimiento: será más impreciso en la medida en que el grado de control sobre la realidad - natural y social - sea también impreciso y el hombre tenga escasa comprensión sobre las características de sus propias relaciones y de las leyes que gobiernan la vida social.

Lejos de haber oposición entre conocimiento y realidad, aparece la relación entre las representaciones mentales del mundo y éste como fases de un proceso único, en que no hay ni oposición ni agregación de ambas, sino más bien un proceso de mutua relación y acción. El conocimiento ayuda a modificar la realidad y ésta actúa modificando el conocimiento. Hay una serie de supuestos del conocimiento científico que caracterizan a la realidad de una determinada manera, y que pueden servir como punto de partida para aceptarla. Hagamos una breve síntesis de ellos:

2.7.1. La realidad existe

La realidad asume la forma de manifestaciones observables directamente por los sentidos o por instrumentos que perfeccionan y agudizan la capaci-

dad humana de registrar señales del mundo circundante. Los objetos considerados como existentes y por lo tanto reales, o sea siendo componentes de la realidad, para la ciencia son considerados como dotados de existencia objetiva en la medida en que son innegables -persisten en su estimulación a los sentidos o a los instrumentos de observación por encima de que el observador lo niegue en su mente- y en la medida en que están dotados de validez externa al sujeto, es decir, otras personas pueden afirmar igualmente su existencia una vez asegurada su existencia objetiva para cada uno de ellos desde el punto de vista de su existencia innegable.

La realidad es una cualidad propia de los fenómenos que reconocemos como independientes de nuestra propia volición. Realidad y mundo circundante se entremezclan y se nos imponen como algo que nos es dado. La certeza de que la realidad existe como una totalidad en la que nosotros participamos resulta de la inevitable relación que contraemos con el mundo que nos rodea.

2.7.2. La realidad tiene forma

La realidad se aparece dotada de una gran variedad de formas que sensibilizan y estimulan nuestra capacidad de excitación sensorial. Sonidos, colores, olores, sabores, textura de la superficie de los cuerpos son otras de las tantas propiedades de los fenómenos cuya naturaleza comienza a ser discernible para nosotros a partir precisamente de esas sensaciones. Los objetos comienzan a estar dotados de una presencia física, dotados de formas y a ocupar un lugar en el espacio físico a medida que nuestros sentidos registran sus diferentes manifestaciones.

El conocimiento no se agota en el nivel sensorial, pero a partir de él se accede a otros niveles en la medida en que las sensaciones aparecen como datos de un proceso continuado de información que nos llega desde el mundo exterior y que, mediante esfuerzos lógicos y racionales, logramos estructurar en relaciones y significados cada vez más sofisticados. Pero nuestra experiencia sensorial nos permite discriminar entre las diferentes formas que adopta el mundo circundante. Las observaciones repetidas nos dicen cómo esas múltiples formas están interconectadas entre sí. Por medio de la estructuración de nuestras percepciones nos es posible abstraer en un nivel todavía más general las relaciones encontradas, de modo que al cabo de ese proceso el mundo circundante aparece constituido por intrincadas redes de interconexiones.

2.7.3. La realidad es dinámica

La realidad es dinámica, de manera que si una de las propiedades de la naturaleza es, en general, la de existir en formas que ocupan espacio, otra propiedad es que espacio y forma están acompañados de movimiento, es decir, la materia prima inicial para el conocimiento es la presencia de manifestaciones perceptibles, registrables, clasificables y al mismo tiempo dotadas de temporalidad, es decir, dotadas de dinamismo. Pero, una cosa es la duración de un fenómeno y otra la medida de esa duración, que generalmente es una medida expresada en unidades que manifiestan nuestra propia duración.

Por más que el ciclo vital de una mosca sea de cuatro días, es un ciclo vital que si se le compara a uno humano, es equivalente en cerca del 0.02 por ciento de éste, pero no deja de ser un ciclo vital; y si la mosca estuviera dotada de percepción espacio - temporal probablemente podría estimar su propio tiempo de duración vital a partir de una métrica originada por su propia medida del tiempo.

2.7.4. Los fenómenos de la realidad no existen aisladamente

Los fenómenos de la realidad no existen aisladamente. Hay una interdependencia entre la forma que adopta un fenómeno y su estructura de rasgos, entre su estructura y su conducta. Los fenómenos están también interconectados dando origen a estructuras de fenómenos más complejas que sus componentes y estas estructuras a su vez se interconectan entre sí.

Los componentes de la realidad no son reducibles a unidades singulares, de modo que los componentes directamente divisibles de la totalidad son estructuras complejas de sistemas a su vez complejos. La realidad aparece pues como una red intrincada de estructuras y de conductas altamente complejas interconectadas entre sí. Por la gran variedad de interrelaciones las posibilidades de conductas que se dan dentro de ellas son infinitas, además del hecho de que la mera existencia de estructuras de formas y de conductas con diferentes leyes específicas y diferentes tendencias de desarrollo, ocasiona fuertes oposiciones entre ellas, las que originan a su vez transformaciones incesantes en los distintos niveles de la realidad.

2.7.5. La naturaleza se organiza en niveles

La naturaleza se organiza desde formas simples a formas complejas, es decir, hay niveles de organización de la naturaleza a partir de las propiedades comunes y de las propiedades específicas y tendencias de desarrollo que

son también comunes a varios sistemas de fenómenos; los niveles de organización son agrupaciones de fenómenos que contienen a otras y se originan a partir de los niveles más simples en forma de espiral. Dentro de la idea de simple y complejo asociada a los niveles de organización de la realidad puede señalarse:

“En todos los sistemas materiales el desarrollo ascendente está relacionado con el paso de lo simple a lo complejo, que coincide en muchos casos con el paso de lo inferior a lo superior... Lo simple no es simple por sí mismo, sino con relación a algo más complejo. En la naturaleza no existen cuerpos en absoluto simples, de la misma manera que no los hay absolutamente complejos...”.

La peculiaridad y especificidad de cada nivel requiere un esfuerzo de comprensión de su naturaleza específica y exige una explicación en que su especificidad sea reconocida, por más que contenga en su interior manifestaciones de otros niveles. La aceptación de que la naturaleza se organiza en niveles diferentes de complejidad de sus fenómenos no significa que deba percibirse como fragmentada, con tabiques que separan dichos niveles. (Ver figura 2.2).

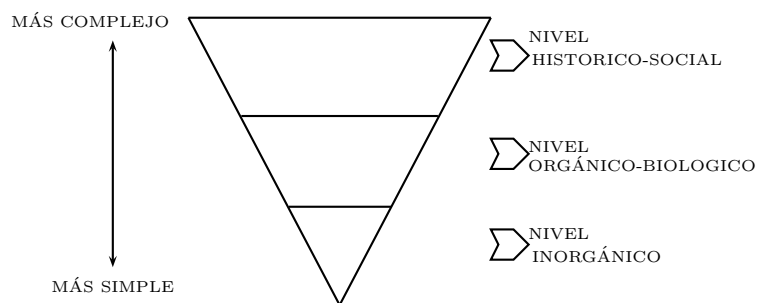


Figura 2.2: Niveles de organización de la realidad

2.8. Fases y formas del conocimiento

El conocimiento humano se presenta en dos niveles o fases que, aunque diferenciadas, forman una unidad indisoluble, compleja y articulada; son la fase *sensorial* y la *racional*.

2.8.1. Fase sensorial

Procede en razón de la actividad de los sentidos, órganos especializados en la capacitación de las diversas formas de manifestación de la materia. Los sentidos son el canal que comunica al hombre con su mundo exterior y a través de ellos él entra en contacto con la naturaleza. Sin embargo, los órganos de los sentidos son limitados y por ello el hombre inventa aparatos técnicos que le permiten superar, al menos en parte, dichas limitaciones. Así por ejemplo, el telescopio permite ver los objetos en la lejanía, el microscopio permite sondear el casi invisible microcosmos, el sismógrafo permite detectar movimientos aparentemente imperceptibles para el hombre.

En su actividad sensorial, el hombre percibe el mundo a través de las *sensaciones*. Éstas son el reflejo de las distintas propiedades de los objetos y fenómenos del mundo material (colores, olores, sonidos, sabores, temperaturas, formas, dimensiones) que actúan en forma directa sobre nuestros sentidos.

Las *percepciones* son una segunda forma de conocimiento sensorial. A través de ellas el hombre refleja en su cerebro los objetos y fenómenos del mundo material, en su conjunto, en el momento que el objeto actúa sobre sus sentidos. La percepción es el reflejo del objeto a través del conjunto de sus propiedades, en virtud de la articulación de sensaciones que hemos recibido; por ejemplo, un cuadro de pintura nos presenta color, forma, dimensión, pero en síntesis es una idea integral la que percibimos al observar el cuadro.

Las *representaciones* son formas sensoriales de conocimiento que aparecen cuando recordamos por asociación de ideas un objeto o un fenómeno. Las representaciones operan en nuestro cerebro mediante la capacidad de la memoria y la asociación de las ideas.

2.8.2. Fase racional o pensamiento

El conocimiento surge en este caso como resultado de la capacidad de inferencia lógica propia del hombre; es el razonar, no es el percibir. Es la posibilidad de romper las barreras de la experiencia directa y llegar a la razón. A las formas de conocimiento racional, o pensamiento, está ligada la capacidad de inducción y deducción del hombre.

El *concepto*, el *juicio* y el *raciocinio* son las formas de pensamiento humano y pueden definirse así: el *concepto*, es la cognición generalizada de la realidad; de éste puede decirse que no es más que la abstracción de lo general, la separación de los rasgos esenciales de los objetos y fenómenos, entre el conjunto de sus propiedades generales. Ejemplo: el concepto del

hombre, que no es otra cosa que su definición, nos conduce a pensar sus propiedades esenciales, las de estar dotado de la facultad de pensamiento y la de ser capaz de realizar la transformación conciente del mundo. Para definir hombre hemos separado todas las demás propiedades que, aunque poseídas por él, no lo diferencian de otras especies. El *juicio*, aparece como cognición refleja de la realidad, como la posibilidad de comparar lo pensado con lo real. Un juicio es un pensamiento que afirma o niega algo de un objeto o fenómeno de la realidad y que puede ser calificable como verdadero o falso.

Los juicios son construidos a partir de conceptos que nos sirven para representar el mundo; así por ejemplo, el juicio: “Los animales asimilan la energía solar mediante el metabolismo”, es en primer lugar un pensamiento del cual podemos afirmar su falsedad o veracidad; por eso es un juicio. En segundo lugar, dicho juicio se construye a base de una serie de conceptos como: “animales”, “asimilar”, “energía solar”, “metabolismo”, etc. La articulación de estos conceptos permite la formulación del juicio anterior. La capacidad del hombre para comparar dicho juicio con la realidad es la capacidad de reflejo del mundo material en nuestro cerebro. El *razonamiento*, tercera forma de pensamiento, permite al hombre deducir de un determinado conocimiento otro u otros, sin que medie la percepción. Afirmamos: “donde hubo fuego, cenizas quedan”; si un objeto es igual a un segundo objeto y éste, a su vez, igual a un tercero, podemos inferir (razonar) que el primer objeto es igual al tercero. La investigación científica precisa de procesos de inferencia y razonamiento complejos únicos en el hombre.

Razonar es (o exige) desarrollar nuestras ideas y opiniones, saber defenderlas y argumentarlas. También exige entender los que otros proponen, saber analizarlas y valorarlas; en todo ello está comprometida nuestra capacidad de razonar. Exponer razones a favor o en contra de algo es argumentar. En el discurso argumentativo, además de afirmar o negar algo, damos las razones que nos llevan a poder mantener tal declaración. Un argumento no es más que un razonamiento. Una persona proporciona un razonamiento cuando apoya cierta afirmación (o cierta negación) que hace en determinados “datos” ó “puntos de partida”; éstos se pueden formular en oraciones llamadas *enunciados*, que pueden ser verdaderos o falsos. Estos enunciados de partida son lo que se llama *premisas* del razonamiento o argumento, y el enunciado que se pretende apoyar con las premisas es lo que se denomina *conclusión* o inferencia³.

³Una inferencia es un razonamiento por el cual se pasa de un conjunto de proposiciones a otro. El primer conjunto puede llamarse las premisas y el segundo las conclusiones. En otras palabras, una inferencia es una relación objetiva implicada entre proposiciones; y la implicación es una conexión necesaria entre una premisa y su conclusión, independientemente de la verdad o falsedad de ambas; la implicación se basa en evidencias indirectas,

2.9. El trinitio: verdad - evidencia -certeza

Ya se ha visto que el problema del conocimiento es, en gran parte, enigmático. El hombre es conciente de su limitación y de que la realidad que pretende conocer y dominar es múltiple y compleja. Frente a esto hay que preguntar: ¿Puede el hombre conocer la verdad? o, ¿Qué es la verdad?.

2.9.1. Verdad

Es la adecuación de la cosa (ser) y el entendimiento (ent); hay una identificación entre ellos, en la que el ser rige al entendimiento, y no a la inversa. Las cosas no son como son porqu en nosotros así lo pensemos. Todo mundo habla, discute y quiere estar con la verdad, pero ningún mortal es dueño de ella, ya que el problema de la verdad radica en la finitud del hombre de un lado, y en la complejidad y ocultamiento del ser de la realidad, del otro.

El ser de las cosas y objetos que el hombre pretende conocer se oculta y se manifiesta bajo múltiples formas. Aquello que se manifiesta, que aparece en un momento dado, no es ciertamente la totalidad del objeto, de la realidad investigada. El hombre se puede apoderar y conocer aquel aspecto del objeto que se manifiesta, que se impone, que se devela, y esto en cuanto humano es imperfecto, pues no entra en contacto directo con el objeto, sino apenas con su representación e impresiones que causa.

Pero toda la realidad jamás podrá ser captada por un investigador humano, y tal vez ni todos juntos alcanzarán un día a develar todo este misterio. Esto, sin embargo, no invalida el esfuerzo humano en la búsqueda de la verdad, en procura incansable de descifrar los enigmas del universo. La verdad es pues el encuentro del hombre con el develamiento, con el desocultamiento y con la manifestación del ser. El ser de las cosas se manifiesta, se torna traslúcido, visible a la percepción, a la inteligencia y a la comprensión del hombre.

2.9.2. Error

Muchas veces ocurre, sin embargo, que el hombre, llevado por ciertas apariencias y sin el auxilio de instrumentos adecuados, emite juicios precipitados que no corresponden a los hechos ni a la realidad; aparece así el error. Error es, entonces, afirmar lo falso como verdadero, o hacer un juicio falso acerca de lo que se ignora. En el error hay una inadvertencia, es decir,

no en hechos particulares.

una falta de reflexión, o a veces un razonamiento incorrecto que conduce a una conclusión falsa.

2.9.3. Certeza

La certeza es el estado del espíritu que consiste en la adhesión firme a una verdad, sin temor de engaño. La inteligencia juzga firmemente, removiendo el temor de que sea verdadero lo contrario de aquello a lo que se asiente. Si el objeto se devela o se manifiesta con suficiente claridad, se puede afirmar con certeza, esto es, sin temor de engaño, una verdad.

2.9.4. Evidencia

La verdad solo resulta cuando existe evidencia, y ésta es manifestación clara, es transparencia, es desocultamiento y develamiento del ser. En torno de aquello que se manifiesta del ser, se puede formular una verdad. Pero como de un ente no se devela todo, no se puede hablar arbitrariamente sobre lo que no se ha develado. La evidencia, el develamiento, la manifestación del ser es pues criterio de la verdad; es pues la presencia de una realidad como inequívoca y claramente dada.

2.9.5. Duda

La duda es un estado de equilibrio entre la afirmación y la negación; el intelecto fluctúa entre una y otra, sin inclinarse más a un extremo que al otro. La duda es *espontánea* cuando el equilibrio entre aquellas resulta de la falta de examen del pro y del contra. Hay suspensión del juicio mientras no exista la evidencia que el asunto en cuestión requiere. La duda *reflexiva* es un estado de equilibrio que permanece luego de las razones en pro y en contra. La duda *metódica* consiste en la supresión ficticia o real, pero siempre provisional del asentimiento con una afirmación tenida hasta entonces por cierta. La duda *universal* consiste en considerar toda afirmación como incierta.

2.9.6. Opinión

Se caracteriza por el estado del espíritu que afirma con temor de engañarse, de tal manera que las razones en contra no dan certeza. El valor de la opinión depende de la mayor o menor probabilidad de las razones que fundamentan la afirmación. La opinión puede, algunas veces, asumir las características de la probabilidad matemática.

2.9.7. Conjetura

Ligeramente diferente de la duda, es la tendencia a dar un juicio, motivada por algún signo todavía muy leve para determinar el acto del entendimiento.

2.9.8. Ignorancia

Privación de un conocimiento para el que se posee naturalmente aptitud. (Ver figura 2.3)

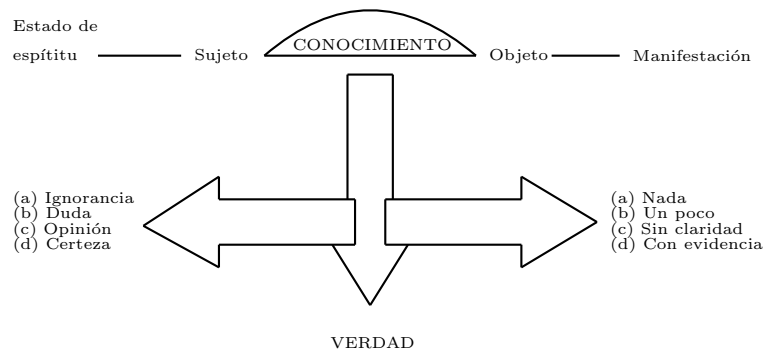


Figura 2.3: El problema de la verdad

Capítulo 3

LA CIENCIA

3.1. Introducción

La ciencia es un estilo de pensamiento y de acción: precisamente el más reciente, el más universal y el más provechoso de todos los estilos. Como ante toda creación humana, hay que distinguir en la ciencia entre el trabajo (investigación) y su producto final (conocimiento). La ciencia como actividad pertenece a la vida social; en cuanto se la aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales, la ciencia se convierte en tecnología.

La ciencia es entonces un conjunto de conocimientos objetivos comprobados y sistemáticos de las leyes que rigen la naturaleza y la sociedad, resultantes de la investigación hecha con un método válido y enunciados en proposiciones, igualmente válidas; ese conjunto de conocimientos se manifiesta en conceptos, juicios y razonamientos.

La ciencia es uno de los productos más acabados de la actividad humana; por medio de ella el hombre ha profundizado en el conocimiento del mundo; en la comprensión y explicación de los procesos en la realidad natural y social, y ha podido ejercer un control sobre ellos de una manera cada vez mas consiente. Según M. Bunge, mientras los animales inferiores sólo están en el mundo, el hombre trata de entenderlo y, sobre la base de su inteligencia imperfecta pero perfectible del mundo, intenta adueñarse de él para hacerlo más confortable.

Gracias al carácter sistemático, dinámico, explicativo y predictivo de la ciencia, la Humanidad ha logrado desarrollar una concepción racional del mundo y, al mismo tiempo, de un alto grado de utilidad para sí misma.

3.2. Ciencia y sentido común

Tanto el sano sentido común como la ciencia aspiran a ser *racionales* y *objetivos*: son críticos y aspiran a su coherencia (racionalidad), e intentan adaptarse a los hechos en vez de permitirse especulaciones sin control (objetividad). Pero el ideal de racionalidad, a saber, la sistematización coherente de enunciados fundados y contrastables, se consigue mediante teorías, y éstas son el núcleo de la ciencia, más que del conocimiento común, simple acumulación de piezas de información laxamente vinculadas. Y el ideal de la objetividad, la construcción de imágenes de la realidad que sean verdaderas e impersonales, no puede realizarse más que rebasando los estrechos límites de la vida cotidiana y de la experiencia privada, abandonando el punto de vista antropocéntrico, formulando la hipótesis de la existencia de objetos físicos más allá de nuestras pobres y caóticas impresiones, y contrastando tales supuestos por medio de la experiencia intersubjetiva (transpersonal) planeada e interpretada con la ayuda de teorías.

El sentido común no puede conseguir más que una objetividad limitada porque está estrechamente vinculado a la percepción y a la acción, y cuando las rebasa lo hace a menudo en la forma de mitos.

Los enunciados científicos, igual que los de la experiencia común, son opiniones, pero opiniones ilustradas (fundadas y contrastables) en vez de *dicta* (dichos o dictámenes) arbitrarios o charlas insusceptibles de contrastación o prueba. Los enunciados referentes a la experiencia inmediata no son esencialmente incorregibles, pero rara vez resultan dignos de duda: aunque son también conjeturas, en la práctica los manejamos como si fueran certezas. Precisamente por esa razón, se convierten en científicamente irrelevantes: si puede manejarlos suficientemente el sentido común, ¿por qué apelar a la ciencia? Esta es la razón por la cual no existe una ciencia de la digitación de textos ni de la conducción de automóviles.

Los enunciados que se refieren a algo más que la experiencia inmediata son dudosos y, por tanto, vale la pena someterlos varias veces a contrastación y darles un fundamento. Pero en la ciencia la duda es mucho más creadora que paralizadora: la duda estimula la investigación, la búsqueda de ideas que den razón de los hechos de un modo cada vez más adecuado.

Las opiniones científicas son racionales y objetivas como las del sano sentido común, pero mucho más que ellas. ¿Y qué es entonces lo que da a la ciencia su superioridad sobre el conocimiento común? No ciertamente la sustancia o tema, puesto que un mismo objeto puede ser considerado de modo no científico, o hasta científico, y según el espíritu de la ciencia.

Sí la “sustancia”(objeto) no puede ser lo distintivo de toda ciencia, entonces tienen que serlo la “forma”(procedimiento) y el objetivo: la peculia-

ridad de la ciencia tiene que consistir en el modo como opera para alcanzar algún objetivo determinado, o sea, en el método científico y en la finalidad para la cual se aplica dicho método. El enfoque científico está constituido, pues, por el *método científico* y por el *objetivo de la ciencia*.

3.3. El enfoque y la actitud científica

Los éxitos del enfoque científico, así como su independencia respecto del tema en estudio dan razón de la potencia expansiva de la ciencia. Los mismos factores dan también razón de la creciente importancia de la ciencia en la cultura moderna. Desde el Renacimiento, el centro de la cultura ha ido pasando cada vez más visiblemente desde la religión, el arte y las humanidades clásicas hacia la ciencia, la formal y la fáctica, la pura y la aplicada. Y no se trata solo de que los resultados intelectuales de la ciencia y sus aplicaciones para fines buenos y malos hayan sido reconocidos hasta por el pintor menos formado culturalmente: hay un cambio aún más importante y agradable, que consiste en la difusión de una actitud científica respecto de los problemas del conocimiento y respecto de problemas cuya adecuada solución requiera algún conocimiento.

Esto no quiere decir que la ciencia está absorbiendo gradualmente toda la experiencia humana y que vayamos a terminar por amar y odiar científicamente, igual que podemos ya curar y matar científicamente. Salvo la investigación científica misma, las experiencias humanas no son científicas, ni siquiera cuando se benefician del conocimiento científico; lo que puede y debe ser científico es el estudio de toda esa experiencia.

Podemos esperar de una amplia difusión de la actitud científica -pero no de una divulgación de los meros resultados de la investigación- cambios importantes de concepción y comportamiento individual y colectivo. La adopción universal de una actitud científica puede hacernos más sabios: nos haría más cautos, sin duda, en la recepción de información, en la admisión de creencias y en la formulación de previsiones; nos haría más exigentes en la contrastación de nuestras opiniones, y más tolerantes con las de otros; más dispuestos a inquirir libremente acerca de nuevas posibilidades, y a eliminar mitos consagrados que solo son eso; robustecería nuestra confianza en la experiencia guiada por la razón, y nuestra confianza en la razón contrastada por la experiencia; nos estimularía a planear y controlar mejor la acción, a seleccionar nuestros fines y a buscar normas de conductas coherentes con esos fines y con el conocimiento disponible, en vez de dominadas por el hábito y por la autoridad; daría más vida al amor de la verdad, a la disposición a reconocer el propio error, a buscar la perfección y a compren-

der la imperfección inevitable. Nos daría una visión del mundo eternamente joven, basada en teorías contrastadas en vez de estarlo en la tradición, que rehuye tenazmente todo contraste con los hechos; y nos animaría a sostener una visión realista de la vida humana, una visión equilibrada, ni optimista ni pesimista.

Todos esos efectos pueden parecer remotos y hasta improbables, y, en todo caso, nunca podrán producirlos los científicos por sí mismos: una actitud científica supone un adiestramiento científico, que es deseable y posible solo en una sociedad programada científicamente. Pero algo puede asegurarse: que el desarrollo de la importancia relativa de la ciencia en el cuerpo entero de la cultura ha dado ya de sí algunos frutos de esa naturaleza, aunque a escala limitada, y que el programa es digno de esfuerzo, especialmente teniendo en cuenta el éxito muy escaso de otros programas ya ensayados.

3.4. La ciencia, factor de producción social

3.4.1. La ciencia como forma de conciencia social

En la práctica social, el hombre ha tratado de dar explicaciones de los objetos y fenómenos buscando diversas soluciones: el arte, como forma de explicación del mundo data de más de ochenta mil años; es factible que la religión haya aparecido simultáneamente. La filosofía y la lógica son también milenarias; sin embargo, la explicación científica del mundo, de la sociedad y de la naturaleza es relativamente reciente: data de entre cien y ciento cincuenta años, cuando aparecen los grandes descubrimientos de la historia como la conservación y transformación de la energía, la estructura celular, la evolución biológica, el papel del trabajo y las clases sociales en la sociedad moderna. Pero, “ciento cincuenta años de ciencias - dice Bertrand Russell - han resultado más explosivos que cinco mil años de cultura pre-científica” Una primera aproximación considera entonces que la ciencia es una forma de conciencia social que el hombre tiene para conocer el mundo. Ahora, como toda forma de conciencia social, la ciencia está condicionada históricamente, o sea que está en relación con el avance social y económico del hombre, lo cual significa que no es la ciencia la que condiciona la sociedad, sino ésta la que condiciona el avance o retroceso de la ciencia y ello explica su origen y desarrollo. La sociedad moderna no podría subsistir sin el aporte de la ciencia.

3.4.2. La ciencia, fuerza productiva

Quedarse en definir la ciencia como un mero conocimiento generalizado de la realidad podría conducir a pensarla erróneamente como un simple artículo de lujo, abstracto, sin aplicabilidad. Todo lo contrario: la ciencia es un factor de producción social, una fuerza productiva social. Mediante ella el hombre crea las condiciones más propicias en los procesos productivos, descubre nuevas técnicas y nuevas formas de producción que promueven el avance social en materia de solución de necesidades sociales, económicas, biológicas, etc. El conocimiento científico, como fuerza productiva, debe considerarse un instrumento especial de trabajo y transformación de la naturaleza; desde esta perspectiva, la ciencia es para un país parte de los medios de producción y por ello los países poseedores (o mejor, productores) de ciencia son poseedores de una tecnología coincidente con ella y también de un Producto Interno Bruto (PIB) superior al de países que no disponen de conocimiento científico desarrollado.

3.5. Las ramas de la ciencia

No toda la investigación científica procura el conocimiento objetivo. La diversidad de las ciencias está de manifiesto en cuanto que atendemos a sus objetos y a sus técnicas. La diferencia primera y más notable es la que se presenta entre ciencias *formales* y ciencias *fácticas*. Las primeras tienen por objeto las ideas y son deductivas por excelencia. Las ciencias fácticas se clasifican a la vez en *naturales* y *sociales* y estudian objetos materiales como el suelo, los astros, los organismos y también los procesos que se desencadenan en el desarrollo de esas dos realidades.

La primera gran división de las ciencias en formales o ideales y fácticas o materiales tiene en cuenta el objeto o tema de las respectivas disciplinas; también da cuenta de la diferencia de especie entre los enunciados que se proponen establecer las ciencias formales y las fácticas: mientras los enunciados formales consisten en relaciones entre signos, los enunciados de las ciencias fácticas se refieren en su mayoría a entes extracientíficos, es decir a sucesos y procesos. Esta división también tiene en cuenta el método por el cual se ponen a prueba los enunciados verificables: mientras las ciencias formales se contentan con la lógica para demostrar rigurosamente sus teoremas, las ciencias fácticas necesitan más que la lógica formal: para confirmar sus conjeturas necesitan de la observación y/o el experimento. En otras palabras las ciencias fácticas tienen que mirar las cosas y, siempre que sea posible, deben procurar cambiarlas deliberadamente para intentar descubrir en qué medida sus hipótesis se adecuan a los hechos.

En total, las ciencias formales *demuestran* o *prueban*; las ciencias fácticas *verifican* (confirman o disconfirman) hipótesis que en su mayoría son provisionales. La demostración es completa y final; la verificación es incompleta y por ello temporaria; la naturaleza misma del método científico impide la confirmación final de las hipótesis fácticas.

Lo anterior no significa que los *hechos objetivos sean blandos y deformables, alterables a voluntad*: para bien o para mal, la mayoría de los hechos no son cambiables a gusto; lo que ocurre es que la ciencia factual presupone y contiene ciertas teorías formales que no somete a discusión ni a duda, porque los hechos son irrelevantes respecto de las ideas puras. En suma: lógicamente - aunque no psicológicamente - la ciencia fáctica presupone la ciencia formal. Las ciencias formales, *lógica* y *matemática* tienen por objeto las ideas y son deductivas por excelencia. No se refieren a nada que se encuentre en la realidad, y por tanto no pueden utilizar el contacto con ella para convalidar sus fórmulas. Los diversos sistemas de la lógica formal y los diferentes capítulos de la matemática pura son racionales, sistemáticos y verificables, pero no son objetivos, no dan informaciones acerca de la realidad: simplemente, no se ocupan de los hechos. La lógica y la matemática tratan de entes ideales - tanto los abstractos como los interpretados -, que solo existen en la mente humana. A los lógicos y matemáticos no se les da objetos de estudio: ellos construyen sus propios objetos. Es verdad que a menudo lo hacen por abstracción ¹ de objetos reales (naturales y sociales); más aún, el trabajo del lógico o del matemático satisface frecuentemente las necesidades del naturalista, del sociólogo o del tecnólogo. Pero la materia prima que emplean los lógicos y los matemáticos no es fáctica sino ideal.

La lógica y la matemática, por ocuparse de inventar entes formales y de establecer relaciones entre ellos, se llaman a menudo *ciencias formales*, precisamente porque sus objetos no son cosas ni procesos sino *formas* en las que se puede verter un surtido ilimitado de contenidos, tanto fácticos como empíricos.

Las ciencias formales jamás entran en contacto con la realidad, pero se emplean en la vida cotidiana y en las ciencias fácticas; en suma, la lógica y la matemática establecen contacto con la realidad a través de un puente que es el lenguaje, tanto el ordinario como el científico.

Las ciencias fácticas no emplean símbolos vacíos (variables lógicas), sino tan sólo símbolos interpretados; no involucran expresiones tales como "x es F", que no son verdaderas ni falsas. De otra parte, la racionalidad - esto es, la coherencia con un sistema de ideas aceptado previamente - es necesaria pero no suficiente para los enunciados fácticos o de hechos; en particular,

¹De abstractus : separado, extraído.

la sumisión a algún sistema de lógica es necesaria pero no es una garantía de que se obtenga la verdad.

Además de la racionalidad, exigimos de los enunciados de las ciencias fácticas que sean *verificables en la experiencia*, sea indirectamente (en el caso de las hipótesis generales), sea directamente (en el caso de las consecuencias singulares de las hipótesis). Únicamente después que haya pasado las pruebas de la verificación empírica, podrá considerarse que un enunciado es adecuado a su objeto, o sea que es verdadero. Por esto el conocimiento fáctico verificable se llama a menudo *ciencia empírica*. En resumidas cuentas, el conocimiento fáctico aunque racional, es esencialmente probable. (Ver figura 3.1).

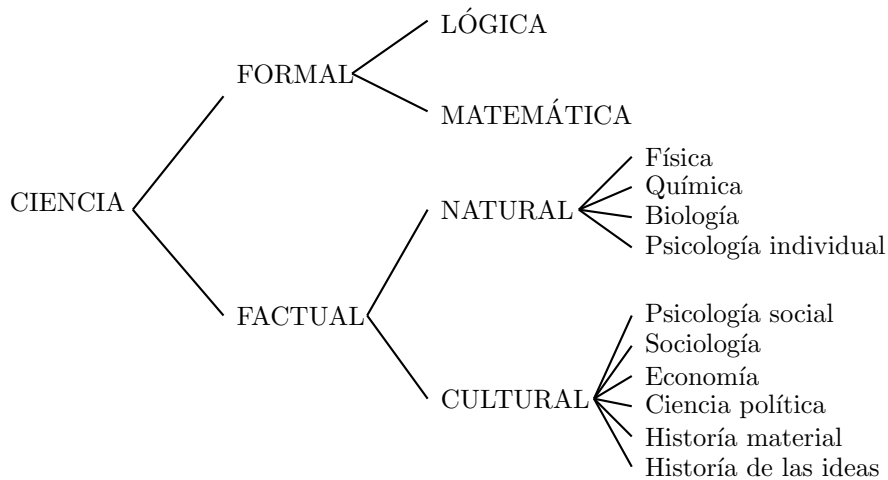


Figura 3.1: Una Clasificación de las ciencias

3.5.1. Ciencia básica y ciencia aplicada

Según los fines que orientan la búsqueda de conocimientos, puede considerarse, en primer lugar, que el método científico y las varias técnicas de las ciencias buscan incrementar nuestro conocimiento objetivo de las leyes generales que rigen el comportamiento de la naturaleza y de la sociedad, es decir, se busca un conocimiento objetivo, intrínseco. En este caso se obtiene ciencia básica o pura que se desentiende - al menos en forma inmediata - de las posibles aplicaciones prácticas que se pueda dar a sus resultados.

De otra parte, los métodos y técnicas de la ciencia pueden utilizarse,

en sentido derivativo, para aumentar nuestro bienestar y nuestro poder (objetivos extrínsecos o utilitarios): en este caso se tiene ciencia aplicada, la cual, por su parte, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantea la sociedad.

De estas últimas ciencias surgen las técnicas concretas que se utilizan en la vida cotidiana; así, por ejemplo, de las ciencias físicas, que son puras, surgen las ramas de la ingeniería; de la Biología y la Química surge la Medicina. No hay ciencia aplicada que no tenga detrás suyo un conjunto sistemático de conocimientos teóricos “puros”, y casi todas las ciencias puras son aplicadas constantemente a la resolución de dificultades concretas.

La ciencia aplicada y la técnica utilizan el mismo método general de la ciencia pura y varios métodos especiales de ella, pero los aplican a fines que son en última instancia prácticos. Si estos fines utilitarios no concuerdan con el interés público, la ciencia aplicada no será otra cosa que ciencia impura y fatalmente inoficiosa.

Entre ciencias puras y aplicadas existe una constante dialéctica, una interrelación dinámica, de tal modo que los adelantos puros nutren y permiten el desarrollo de las aplicaciones, mientras que éstas someten a prueba y permiten revisar diariamente la actividad y los logros de las ciencias puras.

3.5.2. Las ciencias de la naturaleza y de la sociedad

Como parte de las ciencias fácticas, comprenden un tipo de conocimiento caracterizado por tener: (a) racionalidad y (b) objetividad.

- a) Por conocimiento racional se entiende:
- i. Que está constituido por conceptos, juicios y raciocinios y no por sensaciones, imágenes, pautas de conducta etc. Sin duda el científico percibe, forma imágenes (por ejemplo modelos visualizables) y hace operaciones; pero tanto el punto de partida como el punto final de su trabajo son ideas.
 - ii. Que esas ideas pueden combinarse de acuerdo con algún conjunto de reglas lógicas, con el fin de producir nuevas ideas.
 - iii. Que esas ideas no se amontonan caóticamente, o simplemente en forma cronológica, sino que se organizan en sistemas de ideas, esto es, en conjuntos ordenados de proposiciones (teorías).
- b) Conocimiento objetivo de la realidad significa:

- i. Que concuerda aproximadamente con su objeto; es decir que busca alcanzar la verdad fáctica.
- ii. Que verifica la adaptación de las ideas a los hechos recurriendo a un comercio peculiar con los hechos (observación y experimento), intercambio que es controlable y hasta cierto punto reproducible.

La racionalidad y la objetividad de la ciencia fáctica están íntimamente unidos. Así, por ejemplo, lo que usualmente se verifica por medio del experimento es alguna consecuencia extraída a su vez de alguna hipótesis; en otro ejemplo, el cálculo no solo sigue a la observación sino que siempre es indispensable para planearla y registrarla.

3.6. Principales características de la ciencia fáctica

El conocimiento científico es fáctico

Parte de los hechos, los respeta hasta cierto punto, y siempre vuelve a ellos. La ciencia intenta describir los hechos tal como son, independientemente de su valor emocional o comercial: la ciencia no poetisa los hechos ni los vende. En todos los campos, la ciencia comienza estableciendo los hechos; esto requiere curiosidad impersonal, desconfianza por la opinión prevaleciente, y sensibilidad a la novedad. Los enunciados fácticos confirmados se llaman usualmente “datos empíricos”; se obtienen con ayuda de teorías y son a su vez la materia prima de la elaboración teórica. Pero la recolección de datos y su posterior disposición en tablas no es la finalidad principal de la investigación.

El conocimiento científico trasciende los hechos

Descarta hechos, produce nuevos hechos y los explica. El sentido común se apoya en los hechos a menudo se limita al hecho aislado, sin tratar de correlacionarlo con otros o de explicarlo. Pero la investigación científica no se limita a los hechos observados: los científicos exprimen la realidad a fin de ir mas allá de las apariencias; rechazan el grueso de los hechos percibidos, por ser un montón de accidentes; seleccionan los que consideran relevantes y, en lo posible los reproducen. Los científicos usualmente no aceptan los hechos a menos que puedan verificar su autenticidad, para lo cual no tanto los contrastan con otros, sino muestran que son compatibles con lo que se sabe. Los científicos no consideran su propia experiencia individual como un tribunal inapelable, pero se apoyan si en la experiencia colectiva y en

la teoría. El conocimiento científico racionaliza la experiencia en lugar de limitarse a describirla; la ciencia da cuenta de los hechos, no inventariándolos sino explicándolos por medio de “hipótesis”. El científico conjetura lo que hay tras los hechos observados y continuamente elabora conceptos tales como los de átomo, campo, masa, energía, adaptación, selección, clase social etc. que carecen de correlato empírico, aún cuando presumiblemente se refieren a cosas, cualidades o relaciones existentes objetivamente.

La ciencia es analítica

La investigación científica aborda problemas circunscriptos, uno a uno, y trata de descomponerlo todo en elementos. La investigación científica no se plantea cuestiones tales como “¿Cómo es el universo en su conjunto?”.^o “¿Cómo es posible el conocimiento?” Trata, si, de entender toda situación total en términos de sus componentes; descubre dichos elementos y sus interconexiones. Los problemas de la ciencia son parciales, y así mismo sus soluciones; mas aún, al comienzo los problemas son estrechos o, cuando sea necesario es preciso estrecharlos.

La investigación comienza descomponiendo sus objetos a fin de descubrir el mecanismo interno de los fenómenos observados; pero no todo termina cuando se ha investigado la naturaleza de sus partes; el próximo paso es el examen de la interdependencia de aquellas, y la etapa final es la tentativa de reconstruir el todo en términos de sus partes interconectadas. El análisis no acarrea el descuido de la totalidad; es la única manera conocida de descubrir como emergen, subsisten y se desintegran los todos. La ciencia no ignora la síntesis, pero si rechaza la pretensión irracionalista de que las síntesis pueden ser aprehendidas de una vez, sin previo análisis.

La investigación científica es especializada

Una consecuencia del enfoque analítico de los problemas es la especialización; esto explica la multiplicidad de técnicas y la relativa independencia en los sectores de la ciencia. La especialización no ha impedido, sin embargo la formación de campos interdisciplinarios tales como la biofísica, la bioquímica, la psicofisiología, la psicología social, la cibernética o la investigación operacional. Con todo, la especialización tiende a estrechar la visión de cada científico, pero como remedio eficaz contra esta unilateralidad está su formación filosófica.

El conocimiento científico es claro y preciso

Sus problemas son diferenciables, sus resultados son claros. El conocimiento ordinario es usualmente vago e inexacto; en la vida diaria nos preocupamos poco por dar definiciones precisas, descripciones exactas, o mediciones afinadas. La ciencia torna preciso lo que el sentido común conoce de manera nebulosa; pero la ciencia es mucho más que sentido común organizado: aunque proviene de éste, la ciencia constituye una rebelión contra su vaguedad y superficialidad. El conocimiento científico nunca está libre de error pero posee una técnica para encontrar errores y para sacar provecho de ellos.

La claridad y precisión se obtienen en la ciencia de las siguientes maneras:

1. Los problemas se deben formular claramente, aunque, a menudo, lo más difícil es distinguir cuáles son los problemas.
2. La ciencia parte de nociones que parecen claras al neófito; pero las complica, purifica y eventualmente las rechaza.
3. La ciencia define la mayoría de sus conceptos y aunque esas definiciones son convencionales, no se las elige caprichosamente: deben ser convenientes y fértiles.
4. La ciencia crea lenguajes artificiales inventando símbolos (palabras, signos matemáticos, etc) a los que se les atribuye significados determinados mediante reglas de designación.
5. La ciencia procura siempre medir y registrar los fenómenos. Los números y formas geométricas son importantes en el registro, la descripción y la inteligencia de los sucesos y procesos, y tales datos debieran disponerse en tablas o resumirse en fórmulas matemáticas. Sin embargo, la formulación matemática no es condición indispensable para que el conocimiento sea científico: lo que lo caracteriza es la exactitud en un sentido general antes que la exactitud numérica o métrica, la cual es inútil si media la vaguedad conceptual

El conocimiento científico es comunicable

No es inefable sino expresable, privado sino público, comunica información a quien quiera que haya sido adiestrado para entenderla. Pero hay, sin embargo, sentimientos oscuros y nociones difusas, incluso en el desarrollo de la ciencia, que es preciso aclarar antes de poder subestimar su adecuación

ya que el lenguaje de la ciencia es informativo y no expresivo o imperativo. La comunicabilidad es posible gracias a la precisión; y es necesaria para la verificación de los datos empíricos y de las hipótesis. Aún cuando por razones comerciales o políticas, se mantengan en secreto durante un tiempo algunos trozos del saber, deben ser comunicables en principio para que puedan ser considerados científicos. Los científicos consideran el secreto en materia científica como enemigo del progreso de la ciencia; el secreto científico es en efecto, el más eficaz originador del estancamiento en la cultura, en la tecnología y en la economía, así como una fuente de corrupción moral.

El conocimiento científico es verificable

Debe aprobar el examen de la experiencia. A fin de explicar los fenómenos, el científico inventa conjeturas fundadas de alguna manera en el saber adquirido. Sus posiciones pueden ser cautas o audaces, simples o complejas, pero en todo caso deben ser puestas a prueba. La experimentación puede calar más profundamente que la observación, porque efectúa cambios en lugar de limitarse a registrar variaciones. Sin embargo la ciencia fáctica no es necesariamente experimental, y, en particular, no es agotada por las ciencias del laboratorio, tales como la física.

Las técnicas de verificación evolucionan en el curso del tiempo; sin embargo, siempre ponen a prueba consecuencias particulares de hipótesis generales. Siempre se reducen a mostrar que hay, o que no hay, algún fundamento para creer que las suposiciones en cuestión corresponden a los hechos observados o a los valores medidos.

La investigación científica es metódica

No es errática sino planeada. Los investigadores no tantean en la oscuridad: saben lo que buscan y cómo encontrarlo. El planeamiento de la investigación no excluye sin embargo el azar; sólo que, al hacer un lugar a los acontecimientos imprevistos, es posible aprovechar la interferencia del azar y la novedad inesperada. Mas aún, a veces el investigador produce el azar deliberadamente en procura de la uniformidad de una muestra y para impedir una preferencia inconsciente en la elección de sus miembros. La ciencia fáctica emplea el método experimental concebido en un sentido amplio. Este método consiste en el test empírico de conclusiones particulares extraídas de hipótesis generales tales como “los gases se dilatan cuando se los calienta” o “los hombres se rebelan cuando se los oprime”. Este tipo de verificación requiere la manipulación, la observación y el registro de

fenómenos, y también el control de las variables o factores relevantes. Los datos aislados y crudos son inútiles y no dignos de confianza; es preciso elaborarlos, organizarlos y confrontarlos con las conclusiones teóricas. La ciencia es, pues, esclava de sus propios métodos y técnicas mientras éstos tienen éxito; pero es libre de multiplicar y de modificar, en todo momento sus reglas, en aras de mayor racionalidad y objetividad.

El conocimiento científico es sistemático

Una ciencia no es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas lógicamente entre sí y como tal es un sistema teórico. El fundamento de una teoría dada no es un conjunto de hechos, sino más bien un conjunto de hipótesis de cierto grado de generalidad. Las conclusiones y los teoremas (estos últimos producto de una demostración matemática) pueden extraerse de las hipótesis, sea en forma natural o con ayuda de técnicas especiales que involucran operaciones matemáticas.

El conocimiento científico es general

Ubica los hechos singulares en pautas generales, los enunciados particulares en esquemas amplios. El científico se ocupa del hecho singular en la medida en que todo hecho pertenece a una clase o es expresión empírica de una ley. No es que la ciencia ignore la cosa individual o el hecho irrepetible; lo que ignora es el hecho aislado; por esto la ciencia no se sirve de los datos empíricos como tales, pues éstos son mudos mientras no se los manipula y convierte en piezas de estructuras teóricas. Efectivamente, uno de los principios ontológicos que subyacen a la investigación científica es que la variedad y aún la unicidad en algunos aspectos son compatibles con la uniformidad y la generalidad en otros. Al químico, por ejemplo, no le interesa ésta o aquella hoguera, sino el proceso de la combustión en general. El científico intenta exponer los universales que se esconden en el seno de los propios singulares.

El conocimiento científico es legal

Busca leyes y las aplica; el conocimiento científico inserta los hechos singulares en pautas generales llamadas “leyes naturales o leyes sociales”. Tras el desorden y la fluidez de las apariencias, la ciencia fáctica descubre las pautas regulares de la estructura y del proceso del ser y del devenir. En la medida en que la ciencia es legal, es esencialista: intenta llegar a la raíz de las cosas; encuentra la esencia en las variables relevantes y en las relaciones invariantes entre ellas. De esta manera, hay leyes mediante las

cuales se explican otras: las leyes de la física son la base para las leyes de las combinaciones químicas; las leyes de la fisiología explican ciertos fenómenos psíquicos y las leyes de la economía pertenecen a los fundamentos de la sociología. Es decir, las leyes se organizan en una estructura de niveles. Sin embargo, las leyes no se encuentran por mera observación y simple registro, sino sometiendo a prueba hipótesis: los enunciados de leyes no son, en efecto, sino hipótesis confirmadas.

La ciencia es explicativa

Intenta explicar los hechos en términos de leyes, y las leyes en términos de principios. Los científicos no se conforman con descripciones detalladas y además de inquirir como son las cosas, procuran responder a por qué ocurren los hechos como ocurren y no de otra manera. La ciencia deduce proposiciones relativas a hechos singulares a partir de leyes generales, y deduce las leyes a partir de enunciados aún más generales (principios). Explicar no es solo señalar la causa y en la actualidad se reconoce que la explicación causal es tan solo un tipo de explicación científica. Hay diversos tipos de leyes científicas y por consiguiente, variedad de tipos de investigación científica: morfológicas, dinámicas, de composición, de asociación, de tendencias globales, dialécticas, etc. La historia de la ciencia enseña que las explicaciones científicas se corrigen o descartan sin cesar, que no son finales pero sí perfectibles.

El conocimiento científico es predictivo

Trasciende la masa de los hechos de experiencia, imaginando cómo puede haber sido el pasado y cómo podrá ser el futuro. La predicción es una manera eficaz de poner a prueba las hipótesis, pero también es la clave del control y aún de la modificación del curso de los acontecimientos. En contraste con la profecía, la predicción científica se funda sobre leyes y sobre informaciones específicas fidedignas, relativas al estado de cosas actual o pasado. Ejemplos: “Ocurrirá E” (profecía); “Ocurrirá E 1 siempre que suceda C 1, pues siempre que sucede C es seguido por o está asociado con E” (predicción científica). C y E designan clases de sucesos, en tanto que C 1 y E 1 denotan los hechos específicos que se predicen sobre la base de los enunciados que conectan a C con E en general. Puesto que la predicción científica depende de leyes y de ítems de información específica, puede fracasar por inexactitud de los enunciados de las leyes o por imprecisión de la información disponible. Una fuente importante de fallas en la predicción es el conjunto de suposiciones acerca de la naturaleza del objeto (sistema

físico, organismo vivo, grupo social etc).

La ciencia es abierta

No reconoce barreras a priori que limiten el conocimiento. Si un conocimiento fáctico no es refutable en principio, entonces no pertenece a la ciencia sino a algún otro campo. Las nociones acerca de nuestro medio natural o social no son finales: están todas en movimiento, todas son fallibles. Siempre es concebible que pueda surgir una nueva situación (nuevas informaciones o nuevas teorías) en que nuestras ideas, por firmemente establecidas que parezcan, resulten inadecuadas en algún sentido. La ciencia carece de axiomas evidentes; incluso los principios más generales y seguros son postulados que pueden ser corregidos o reemplazados. A consecuencia del carácter hipotético de los enunciados de leyes, y de la naturaleza perfectible de los datos empíricos, la ciencia no es un sistema dogmático y cerrado sino controvertido y abierto; es decir la ciencia es abierta como sistema porque es fallible y, por consiguiente, capaz de progresar. En cambio, puede argüirse que la ciencia es metodológicamente cerrada, no en el sentido de que las reglas del método científico sean inamovibles, sino en el sentido de que es autocorrectiva: el requisito de la verificabilidad de las hipótesis científicas basta para asegurar el progreso científico. Un sistema cerrado de conocimiento fáctico, que excluya toda ulterior investigación, puede llamarse sabiduría pero no es más que un detritus de la ciencia. El sabio moderno a diferencia del antiguo, no es tanto un acumulador de conocimientos como sí un generador de problemas. Por consiguiente, prefiere los últimos números de las revistas especializadas a los manuales, aún cuando éstos últimos sean depósitos de verdad más completos y fidedignos que aquellas.

La ciencia es útil

Porque busca la verdad, la ciencia es eficaz en la provisión de herramientas para el bien y para el mal. El conocimiento ordinario se ocupa usualmente de lograr resultados capaces de ser aplicados en forma inmediata; sin embargo, no es suficientemente verdadero, por lo cual no puede ser suficientemente eficaz. Cuando se dispone de un conocimiento adecuado de las cosas es posible manipularlas con éxito. La utilidad de la ciencia es una consecuencia de su objetividad: sin proponérselo, a la larga o a la corta la investigación provee resultados aplicables. La sociedad moderna paga la investigación porque ha entendido que la investigación rinde. El científico no puede dejar de producir conocimientos aplicables; los técnicos emplean

el conocimiento con fines prácticos, y los políticos son los responsables de que la ciencia y la tecnología se utilicen en beneficio de la humanidad.

La técnica moderna es - crecientemente aunque no exclusivamente - ciencia aplicada. La mayor parte de las ramas ingenieriles son física y química aplicadas, la medicina es biología aplicada, la psiquiatría es psicología y neurología aplicadas; y llegará el día en que la política se convierta en sociología aplicada.

La tecnología no es únicamente el resultado de aplicar el conocimiento científico a los problemas prácticos: la tecnología viva es, en esencia, el enfoque científico de los problemas prácticos, o sea, el tratamiento de éstos sobre un fondo de conocimiento científico y con ayuda del método científico. Todo avance tecnológico plantea problemas científicos, cuya solución puede ser la invención de nuevas teorías o de nuevas técnicas de investigación que conduzcan a mejor conocimiento y dominio del asunto.

La continuación de la civilización moderna depende, en gran medida, del ciclo del conocimiento: la tecnología moderna utiliza la ciencia, y la ciencia moderna depende a su vez de una industria altamente tecnificada. Pero la ciencia es útil en más de una manera. Además de constituir el fundamento de la tecnología, la ciencia es útil en la medida en que se la emplea en la edificación de concepciones del mundo que concuerdan con los hechos, y en la medida en que crea el hábito de adoptar una actitud de libre y valiente examen, en que acostumbra a la gente a poner a prueba sus afirmaciones y a argumentar correctamente.

En resumen, la ciencia es valiosa para domar la naturaleza y remodelar la sociedad; es valiosa en sí misma, como clave para la inteligencia del mundo y del yo; y es eficaz en el enriquecimiento, la disciplina y la liberación de la mente.

3.7. El método en la ciencia

En general, podemos llamar método al arte de disponer la sucesión de los pensamientos, ya sea para descubrir la verdad que ignoramos o para probarla a otros cuando la conocemos. El método es exclusivamente un problema subjetivo, un asunto mental; pero, además, puede concebirse como la forma práctica y teórica de actuación del hombre frente a la naturaleza y la sociedad. El método no depende tanto de las intenciones del sujeto, sino de las condiciones del objeto. Pensar o concebir el método desligado del objeto, conduce necesariamente a desviaciones anticientíficas.

El conocimiento científico se crea y acumula por medio de procedimientos reconocidos como válidos; tales procedimientos tienen varias ca-

racterísticas comunes y están sometidos a un orden y a una lógica interna, son coherentes y no ofrecen contradicciones en su estructura interna. Procedimientos tales como la observación, la medición, la experimentación, la verificación, etc, tienen cada uno de ellos una secuencia interna conformada por pasos que implican el desarrollo de técnicas y procedimientos cada vez más específicos y de orden manual, ya sea de objetos, de datos o de conceptos. El modo como los distintos procedimientos de investigación se articulan entre sí, da origen a un método en ciencias, y así, el método de investigación es un procedimiento lógico general que organiza de un modo determinado un proceso de investigación.

La palabra *método* viene de los vocablos griegos *metá* y *odos* que significan “mas allá del camino”. Vemos así que la etimología de dicha palabra indica que siempre habrá necesidad de recorrer un camino para lograr lo que se pretende, es decir, siempre será necesario el empleo de un método.

Algunos operacionistas han negado la existencia del método científico, sosteniendo que “la ciencia es lo que hacen los científicos, y hay tantos métodos científicos como hombres de ciencia”. Es verdad que en ciencia no hay caminos reales; que la investigación se abre camino en la selva de los hechos, y que los científicos sobresalientes elaboran su propio estilo de pesquisa. Sin embargo, esto no debe crear desasosiego en cuanto a la posibilidad de descubrir pautas, normalmente satisfactorias, de plantear problemas y poner a prueba hipótesis. Los científicos no se comportan ni como soldados que cumplen obedientemente las reglas de la ordenanza, ni como los caballeros de Mark Twain, que cabalgaban en cualquier dirección para llegar a Tierra Santa.

No hay avenidas hechas en ciencia, pero hay en cambio una brújula mediante la cual, a menudo es posible estimar si se esta sobre una huella promisoría. Esta brújula es el método científico, que no produce automáticamente el saber, pero que nos evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos, aunque solo sea porque nos indica como no plantear los problemas y como no sucumbir al embrujo de nuestros prejuicios predilectos.

Lo que hoy se llama “método científico” no es ya una lista de recetas para dar con las respuestas correctas a las preguntas científicas, sino el conjunto de procedimientos por los cuales:

1. se plantean los problemas científicos y
2. se ponen a prueba las hipótesis científicas.

Pero las reglas discernibles en la práctica científica exitosa son perfectibles: no son cánones intocables porque no garantizan la obtención de la verdad, pero a cambio, facilitan la detección de errores.

Como uno de los primeros pasos y elementos del método científico está el análisis lógico (tanto sintáctico como semántico), primera operación que debiera emprenderse al someter a verificación las hipótesis científicas, sean fácticas o no. Sin embargo, los enunciados fácticos no analíticos esto es, proposiciones referentes a hechos pero que no pueden decidirse con la ayuda de la lógica, tendrán que concordar con los datos empíricos o adaptarse a ellos. El método científico, aplicado pues a la comprobación de afirmaciones informativas, se reduce al método experimental.

De otra parte, la experimentación involucra la modificación deliberada de algunos factores, es decir someter el objeto a estímulos controlados. Pero lo que habitualmente se llama “método experimental” no envuelve necesariamente experimentos en el sentido estricto del término, y puede aplicarse fuera del laboratorio. Esto ocurre, por ejemplo, con la astronomía, la cual no experimenta con cuerpos celestes que no puede traer y tener bajo control manual en una mesa de laboratorio, pero es, a pesar de todo una ciencia empírica porque aplica el método experimental.

Toda ciencia fáctica especial elabora sus propias técnicas de verificación y, entre ellas, las técnicas de medición son típicas de la ciencia moderna; pero, en todos los casos, estas técnicas, por diferentes que sean, no constituyen fines en sí mismos: todas ellas sirven para contrastar ciertas ideas con ciertos hechos por la vía de la experiencia. O, si se prefiere, el objetivo de las técnicas de verificación es probar enunciados referentes a hechos por vía del examen de proposiciones referentes a la experiencia (y, en particular, al experimento). Este es el motivo por el cual los experimentadores no tienen por qué construir cada uno de sus aparatos e instrumentos, pero deben en cambio diseñarlos y usarlos a fin de poner a prueba ciertas afirmaciones.

Las técnicas especiales, por importantes que sean no son sino etapas de la aplicación del método experimental, que no es otra cosa que el método científico en relación con la ciencia fáctica; y la ciencia, por fáctica que sea, no es un montón de hechos sino un sistema de ideas. El método general de la ciencia es un procedimiento que se aplica al ciclo entero de la investigación en el marco de cada problema de conocimiento. Y cada método especial de la ciencia es relevante para algún estadio particular de la investigación científica de problemas de cierto tipo. Lo mejor para darse cuenta de cómo funciona el método científico consiste en emprender, con actitud inquisitiva, alguna investigación científica lo suficientemente amplia como para que los métodos o las técnicas especiales no oscurezcan la estructura general. El convertirse en especialista de algún estadio del trabajo científico, como la medición, por ejemplo, no basta ni mucho menos para conseguir una visión clara del método científico; más aún, eso puede sugerir la idea de que

hay una pluralidad de métodos inconexos en lugar de una sola estructura metódica subyacente a todas las técnicas.

Los escritos sobre el método científico pueden iluminar el camino de la ciencia pero no pueden exhibir toda su riqueza y, sobre todo, no reemplazan a la investigación misma, así como ninguna biblioteca sobre botánica puede reemplazar a la contemplación de la naturaleza, aunque hace posible que la contemplación sea mas provechosa.

Los conceptos método y metodología se suelen utilizar indistintamente, provocando no pocas confusiones y errores de consideración. A más de lo expuesto anteriormente sobre el método, como camino para llegar al logro de objetivos, como organización del conocimiento para llegar a la verdad, debe entenderse en forma aún más amplia como una aproximación de orden necesariamente epistemológico, entrelazado con la misma lógica del pensar científico y con las notas distintivas de éste. Así pues, el método científico constituirá el camino, la vía de conocimiento no va de cualquier clase, sino estrictamente el ubicado dentro del rigor de la ciencia y la tecnología.

De otro lado, el método es objeto de estudio por parte de una disciplina especial, la Metodología, una parte de la Lógica que se interesa por los problemas generales del conocimiento, tanto en su aspecto formal como contenido y desarrollo. Puede señalarse que la metodología es como la teoría de los procedimientos generales de la investigación. Pero, a más de describir las características del proceso general del conocimiento científico y las etapas en que éste se divide desde el punto de vista de su producción, la metodología da cuenta de los diferentes procedimientos generales adoptados por la investigación científica en su práctica concreta y las características de cada uno de ellos, sus posibilidades y limitaciones.

Es tarea de la Metodología sistematizar y organizar los avances logrados por la investigación en las diferentes disciplinas científicas, enriqueciendo con la práctica acumulada la Metodología General de la investigación científica. La forma que adopta la Metodología de la Investigación en una ciencia particular está fuertemente condicionada por las características del área de la realidad de dominio de esa ciencia y por la experiencia acumulada a lo largo de la investigación en ese campo.

Si definimos la *Metodología* como el terreno específicamente instrumental de la investigación, como el campo mucho más concreto y limitado en el trabajo del investigador, referido especialmente a la operatoria del proceso, es decir a las técnicas, procedimientos y herramientas de todo tipo que intervienen en la marcha de la investigación, veremos que sus relaciones se dan del modo más directo con el *Método*, en un sentido amplio y con el *Objeto* de estudio.

Primero que todo, Método y Metodología deben mantener siempre la más estrecha colaboración y correspondencia estricta, por cuanto la metodología debe traducir -en el plano operativo y concreto- las orientaciones generales que define el método; de otro modo, éste quedaría desvirtuado completamente, así como su relación con la práctica y con la teoría.

Por otra parte, la metodología, como recurso instrumental destinado a rescatar los datos de lo fenoménico debe, indudablemente, adaptarse a esto, es decir, al objeto. Estas relaciones básicas pueden quedar esbozadas según el siguiente esquema. (Ver figura 3.2)

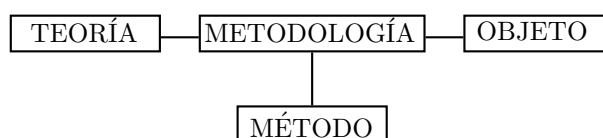


Figura 3.2: La Teoría y la práctica en la investigación

En este esquema (de más valor pedagógico que como verdad en sí) se observa que el proceso de investigación se produce como un movimiento que enlaza teoría y práctica pero que presenta, entre ambos términos, la mediación de una doble instancia: método y metodología.

Si el conocimiento, que asume en general la forma de *teoría*, se encamina hacia la práctica para constituirse y para confirmarse, este proceso no se produce de una manera espontánea y simple sino que debe regirse por determinadas pautas para que adquiera un carácter científico. Es a esto a lo que se alude con la denominación de *método*, como elemento capaz de orientar la formación de los conceptos y de la teoría misma, aunque siempre determinado también e influido por aquella. Pero este método, como perspectiva general y epistemológica, no puede encarar por sí mismo toda la tarea práctica del investigador; éste precisa de orientaciones mucho más específicas con las cuales puede abordar en toda su multifacética complejidad la realidad que estudia. Para ello habrá de diseñar instrumentos y técnicas de trabajo, en suma, una *metodología* que sea a la vez la continuación o “traducción” del método en un plano más concreto, y que además se adapte a las particularidades del *objeto* en estudio.

3.8. Las clases de métodos en ciencia

Existen métodos generales y métodos particulares. Los primeros se usan en todas las ciencias y en la filosofía; los segundos son exclusivos de algunas disciplinas.

3.8.1. Métodos y procesos

Se distinguen dos presentaciones del método científico: por una parte la ciencia se vale de procedimientos racionales comunes a todas sus ramas, sin importar el objeto de estudio de cada una de ellas; por otra parte los procesos son exclusivos de disciplinas específicas y se refiere en especial al proceso como técnicas que son a la vez la aplicación específica del plano metodológico que operacionaliza al método y dicta la forma especial de ejecutarlo. Así pues, y muy sencillamente, sí el método general es el camino que se sigue para el logro de una meta u objetivo, un método particular consiste en un conjunto de reglas y operaciones (técnicas operativas) para el manejo de los instrumentos que auxilian al individuo en la aplicación de los métodos.

3.8.2. Métodos generales

El método general de la ciencia es un procedimiento que se aplica al ciclo entero de la investigación en el marco de cada problema de conocimiento. Algunos de los métodos y que en general se basan en la aplicación de la lógica, requieren el uso del pensamiento humano en sus funciones de análisis, síntesis, inducción, deducción y analogía. Es lo que se conoce como métodos racionales.

El pensamiento científico es objetivo, racional y sistemático; estas cualidades están estrechamente relacionadas con la realidad, la experiencia, lo empírico. El mundo de la experiencia sería caótico si el hombre no dispusiera de elementos racionales que lo puedan interpretar. La racionalidad procura interpretar la realidad en cuanto a su origen, naturaleza profunda, destino y significado en el contexto general para obtener así una visión mas amplia sobre el hombre, la vida, el mundo y el ser. Esa cosmovisión a que lleva la investigación racional, no puede ser probada o verificada experimentalmente en el laboratorio

Lo racional del método se basa en el servicio que presta la abstracción (del latín: *abstractus*, que significa “arrancado”, “separado de la realidad”) mediante las palabras, sus significados y sus símbolos.

3.8.3. El análisis y la síntesis

Todos los fenómenos que se presentan a la consideración del hombre son demasiado complejos si se les examina con detenimiento. Son simples solo a primera vista. Si se quiere indagar las causas, es necesario separar en partes el fenómeno para estudiarlo de mejor manera. Pero como en esta separación pudieran cometerse errores, es imprescindible juntar las partes del todo separado a objeto de ver si se pueden volver a integrar de igual forma.

El análisis es un proceso mental que consiste en considerar y revisar por separado los diferentes aspectos que conforman una totalidad; por ejemplo ante un texto nos preguntamos: ¿cuál es la idea central? ¿cuáles son las ideas principales y cuáles las secundarias? ¿qué relación existe entre las ideas? ¿que características tiene cada idea? En otra forma el análisis es el proceso racional que parte de lo mas complejo hacia lo menos complejo.

La síntesis es la operación intelectual por la cual se otorga unidad a una serie de datos dispersos y solo se logra después de que la mente, en contacto suficiente con un objeto de estudio ha discriminado sus elementos y logrado un concepto que los defina a todos. Ejemplo: ante una aglomeración de personas en la calle, uno puede ver a distancia y pensar: “Se trata de personas esperando el bus”, o “es un accidente”, o “un pregonero vendiendo productos”. Cada una de esas expresiones define el tipo de vinculación que se verifica entre los elementos del todo que estamos viendo. La síntesis pues, reúne las partes de un todo, ya separado, y las considera como unidos conceptos de “todo” y “parte” se interrelacionan; el todo presupone las partes y las partes presuponen el todo. Existen “todos” que solo suman partes, como un montón de naranjas; y “todos” unitarios, que como unidades dependen de diversos principios organizadores; es el caso del átomo. Los “todos” pueden incorporarse en “todos” mas amplios; así, las células forman tejidos y éstos integran órganos; los órganos componen aparatos o sistemas de órganos; estos sistemas son parte del “todo” llamado humano.

El análisis y la síntesis son dos procesos inseparables que se enriquecen mutuamente y que pueden estudiarse en dos planos: el empírico y el racional. En el plano empírico, estos procedimientos se aplican, por ejemplo, en la descomposición y recomposición del agua mineral, a partir del oxígeno, hidrógeno, calcio, azufre, litio, etc. El análisis material, que aleja o separa uno de otro los componentes es solo un auxiliar del análisis intelectual, y no coincide con el por completo, ya que en el análisis racional se llega de ordinario a aspectos no materiales. Seria un tremendo error concebir todo análisis según el modelo del análisis químico, o de cualquier otro procedimiento analítico material.

En fin, el gran obstáculo que hay que vencer en la ciencia es, por un lado la complejidad de los objetos (entes materiales y procesos) y, por otro, la limitación de la inteligencia humana, incapaz de extraer de la complejidad de las ideas, de los seres y de los hechos, las relaciones de causa y efecto, ni las relaciones entre principio y consecuencia, Sin el análisis todo conocimiento es confuso y superficial. Sin la síntesis, es fatalmente incompleto. El análisis debe preceder siempre a la síntesis.

3.8.4. Razonamiento inductivo, deductivo y analógico

La inducción y la deducción son ante todo formas de raciocinio o de argumentación². Son ante todo formas de raciocinio o de argumentación, formas de reflexión, no de pensamiento simple. El pensamiento se alimenta de la realidad externa y es producto directo de la experiencia. El acto de pensar se caracteriza por ser disperso, natural y espontáneo. La reflexión, por su parte, requiere esfuerzo y concentración voluntaria; es dirigida y planificada. La conclusión del raciocinio es el último eslabón de una cadena de reflexiones. Es el período final de un ciclo de operaciones que se condicionan necesariamente.

Frecuentemente, solo se piensa en los asuntos o problemas en vez de razonar ordenada, lógica y coherentemente sobre ellos, confundiendo de esta manera la divagación irresponsable con la reflexión sistemática.

Mediante el razonamiento se produce la inferencia, por la cual el espíritu es llevado a extraer conclusiones a partir de premisas conocidas. La inducción, la deducción y la analogía son formas de inferencia.

La *inducción* es un razonamiento mediante el cual pasamos de un conocimiento de grado particular a uno de grado general. La aplicación de la inducción como método de la investigación científica se encuentra en la formulación de hipótesis y leyes científicas.

El objetivo del razonamiento inductivo es llegar a conclusiones cuyo contenido es más amplio que el de las premisas. Se puede afirmar que las premisas de un argumento inductivo correcto sustentan o atribuyen cierta verosimilitud a su conclusión; así, cuanto las premisas son verdaderas, se puede cuando mucho decir que la conclusión es probablemente verdadera. El argumento inductivo se fundamenta en la generalización de propiedades comunes a cierto número de casos ya observados, a todas las ocurrencias de hechos similares que acontezcan en el futuro.

Para que las conclusiones de la inducción sean verdaderas o más comúnmente posibles y logren un mayor grado de sustentación, pueden agregarse

²Argumento es un fragmento del discurso en el que se pretende apoyar una afirmación (la conclusión) en otras (las premisas).

al argumento evidencias adicionales bajo la forma de premisas nuevas que figuran al lado de las premisas inicialmente consideradas. Puesto que la conclusión por vía de inducción puede resultar falsa aún cuando sean verdaderas (o correctas) las premisas, la evidencia adicional puede favorecer la percepción con más precisión, si la conclusión es de hecho verdadera.

La inducción puede ser completa, cuando permite inferir conclusiones generales a partir del estudio de todos los elementos que forman parte del objeto de investigación y es posible cuando conocemos con exactitud el número de elementos que conforman el objeto de estudio. Por ejemplo: al analizar el rendimiento académico de los estudiantes del curso tercero de biología, contamos con los resultados de todos los alumnos del curso, dado que es un objeto de estudio relativamente pequeño (25 alumnos). Concluimos que su rendimiento promedio es bueno, conclusión que es posible mediante el análisis de todos y cada uno de los alumnos del curso.

De otra manera, el método de inducción incompleta se presenta en objetos de investigación cuyos elementos no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad por el investigador, bien sea por lo numerosos o por la imposibilidad de que los tenga todos a su alcance. Ejemplos corrientes de este tipo de inducción se presentan en las ciencias naturales, cuando se estudian comunidades de organismos.

3.8.5. Especies de inducción

- (a) formal o Aristotélica,
- (b) científica o Baconiana.

La inducción formal tiene como punto de partida todos los casos de una especie o de un género y no solo algunos. Ejemplo: Los cuerpos A, B, C, D, atraen el hierro; ahora, los cuerpos A, B, C, D, son todos imanes; luego, los imanes atraen al hierro. En este tipo de inducción no hay propiamente una inferencia, sino una simple sustitución de una colección de términos particulares por un término equivalente. Este proceso es inductivo solo en la forma, tomando en cuenta que pasa de lo mismo a lo mismo; por ello la inducción formal es poco útil.

La inducción científica es el raciocinio mediante el cual se concluye a partir de algunos casos observados, de acuerdo con la especie que los comprende y la ley general que las rige, es decir, es el proceso que generaliza la relación de consistencia descubierta entre dos fenómenos y de la relación casual concluye la ley. Por ejemplo, se verifica cierto número de veces que el óxido de carbono paraliza los glóbulos sanguíneos; de esta observación se infiere que siempre, dadas las mismas condiciones, el óxido de carbono

paralizará los glóbulos sanguíneos. Este tipo de inducción es el alma de las ciencias experimentales. Sin ella, la ciencia no sería otra cosa que un repertorio de observaciones sin alcance.

La *deducción* desempeña un papel muy importante especialmente en las ciencias formales (lógica y matemáticas); mediante ellas se aplican los principios descubiertos a casos particulares, es decir, se convierte en la argumentación que vuelve explícitas verdades particulares contenidas en verdades universales.

El papel de la deducción en la investigación científica es doble: por una parte consiste en encontrar principios desconocidos a partir de otros conocidos (es el caso de la inducción completa). Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya; ejemplo: si un cuerpo cae, decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación. De otra parte, también la deducción sirve científicamente para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos; por ejemplo, sabemos que la fórmula de la velocidad es: $v = s/t$; podemos, en consecuencia, calcular con facilidad la velocidad que desarrolla un avión.

En el razonamiento deductivo se reconocen dos tipos de inferencia o conclusión: *inmediatas* y *mediatas*. La inferencia inmediata extrae un juicio (vale decir una conclusión) a partir de una sola premisa. Por ejemplo: “Los libros son cultura”. “En consecuencia, algunas manifestaciones culturales son libros”.

En la inferencia mediata la conclusión se obtiene a partir de dos o más premisas. Por ejemplo: “Los ingleses son puntuales.” “William es inglés.” “Por tanto, William es puntual”

El dominio de la deducción es la relación lógica que se establece entre proposiciones, y su validez depende del hecho de que la conclusión sea siempre verdadera, en tanto que las premisas también lo sean. Así, admitidas las premisas se debe admitir también la conclusión; esto, porque toda la afirmación o contenido factual de la conclusión ya estaba, por lo menos implícitamente, en las premisas

El proceso deductivo, lleva al investigador de lo conocido a lo desconocido con poco margen de error, pero es de alcance limitado (se usa especialmente en las demostraciones matemáticas) pues el contenido de la conclusión no puede exceder al de las premisas.

La *analogía* consiste en inferir de la semejanza de algunas características entre dos objetos, la probabilidad de que las características restantes sean también semejantes. En la vida cotidiana utilizamos frecuentemente calidad, por el hecho de que hemos tenido otro de la misma marca que nos dejó satisfechos; pero puede suceder que el aparato electrónico, a pesar de

todo, no tenga la calidad esperada. Así pues, los razonamientos analógicos no son siempre válidos; sus conclusiones tienen mayor o menor grado de probabilidad

Capítulo 4

LA INVESTIGACIÓN

4.1. Introducción

La actividad humana que solemos denominar científica muestra dos aspectos claramente diferenciados. Por una parte, idealmente se presenta como un proceso intelectual, eminentemente racional, ordenado y sistemático, por medio del cual se describen estructuras y procesos de la realidad empírica y se aventuran razonables explicaciones, susceptibles a su vez de contrastación con esa misma realidad. Este complejo proceso intelectual frecuentemente se apoya en una tecnología material (por ejemplo: laboratorios y complejos industriales, bibliotecas, redes y centros de informática, instalaciones de campo, granjas piloto, etc) para realizar observaciones bajo condiciones de riguroso control. El proceso, como tal, está sujeto a múltiples determinaciones y depende de características personales de los científicos pero, en lo principal, está sujeto a determinantes económicos y socio-políticos de sus sociedades particulares y del contexto internacional.

Por otra parte, la investigación científica va generando en el transcurso del tiempo un cuerpo igualmente ordenado y sistemático de conocimientos sobre la realidad empírica, más o menos bien establecidos y concebidos dentro de un entramado de conceptos teóricamente elaborados.

La investigación es el único, el más riguroso y efectivo medio para obtener conocimiento acerca de la realidad. Para llevar a cabo esta tarea es necesario utilizar un modelo general de acercamiento a dicha realidad (método científico), y operarlo usando como herramienta la metodología de la investigación a fin de obtener los datos sobre el objeto que se va a estudiar.

Se concibe la investigación científica como el proceso mediante el cual un sujeto - el investigador - se encamina hacia los hechos para obtener respecto

de ellos un conocimiento científico, es decir, de naturaleza y características especiales que lo diferencian del conocimiento simple y espontáneo que nos brinda el contacto con la realidad cotidiana. De manera sencilla, puede describirse la investigación como un proceso creativo, objetivo, controlado y crítico que, sobre la base del conocimiento disponible, busca resolver problemas produciendo conocimientos nuevos.

En su obra *La Metafísica*, Aristóteles sentencia: “Homo naturaliter scire desiderat” (el hombre es curioso por naturaleza). Para todos nosotros es bastante familiar el sentido de la palabra *curioso*; con este termino designamos a la persona que hace muchas preguntas sobre algo. La curiosidad, como tendencia a investigar, no se adquiere sino que ya la traemos por nuestra propia naturaleza humana; es por eso que el niño, en cuanto sus órganos se lo permiten, empieza a indagarlo todo con la mirada y verbalmente acosa a sus padres con un preguntar interminable.

De esta manera, el ser humano curioso por naturaleza, “investiga” constantemente con diferentes objetivos y grados de profundidad. Distinto es indagar los efectos de las radiaciones atómicas en menores de edad, que descubrir al responsable de un delito en un caso aparentemente irresoluble, o bien, develar las causas de un proceso de deserción estudiantil, o de la extinción de una especie faunística en alguna región. El científico, el detective, el periodista o nuestra vecina contestan a su manera los ¿qué?, ¿quién?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿cómo? y ¿por qué? de los hechos.

La investigación se da en diferentes niveles, desde el más simple o descriptivo hasta el más complejo o predictivo, y empieza en el momento mismo en que la experiencia y el conocimiento ordinario dejan de responder problemas o hasta de plantearlos, e igualmente cuando los hechos suscitan en el hombre inquietudes y necesidades de indagar por la naturaleza de las cosas o las causas de los procesos.

La investigación científica es un proceso que compromete a seres humanos los cuales hacen surgir problemas que despiertan su curiosidad, que no surgen de la nada. La investigación, cualquiera que ella sea, empieza únicamente cuando somos conscientes de la existencia de un problema. Por otra parte, la investigación es también un proceso que compromete concepciones del mundo, teorías, métodos y técnicas. Dentro de dicho proceso, las actividades teóricas y empíricas se entrelazan íntima e ininterrumpidamente para complementarse en el logro de nuevo conocimiento.

Para complementar la conceptualización previa sobre la investigación, conviene recordar su etimología. La palabra *investigación* viene de las voces latinas *in vestigium ire*, que literalmente significan “ir en pos de la huella”. Así, para indagar sobre algo es necesario que previamente se tengan algu-

nos indicios, pues, como dice el filósofo de la investigación, Mario Bunge, “sólo quienes ven pueden darse cuenta de que falta algo”. Investigar es una búsqueda de nuevos conocimientos científicos, por modestos que sean. La pista científica es, en efecto, el conjunto de indicios o señales que pueden conducir a la indagación de lo nuevo en el orbe del saber.

Platón, en su dialogo “Menón”, dice: “¿ Y cómo buscarás, ¡oh Sócrates!, lo que tú ignoras totalmente; y de las cosas que ignoras, cuál te propondrás investigar; y si por ventura llegaras a encontrarla, cómo advertirás que esa es la que buscas?”

Entiendo qué quieres decir, Menón..... Quieres decir que nadie puede indagar lo que sabe ni lo que no sabe; porque nadie investigaría lo que sabe, pues lo sabe; ni lo que no sabe, pues ni tan siquiera sabría lo que debe investigar”.

Finalmente, la investigación es la aventura humana que ha venido a elevar la existencia cultural en todos los órdenes. De la ciencia se desprende la técnica, la cual viene a modificar las condiciones de vida de manera insospechada.

La investigación científica es obra de un resuelto intento por encontrar algo inédito, esto es, una nueva explicación de hechos y objetos de conocimiento. Supone, por un lado, innegable aptitud creadora y sostenido esfuerzo; y, por otro, una adecuada metodología inquisitiva, ello es, una reflexión analítica y crítica de los métodos puestos en práctica en el descubrimiento y en la prueba de los resultados.

La investigación científica es una de las bases de la civilización actual; ha mejorado el bienestar de los hombres, los ha liberado de la esclavitud del trabajo pesado y ha hecho su vida más sana y más rica en espiritualidad. De la investigación científica depende la salud, el bienestar, la riqueza, el poder y hasta la independencia de las naciones.

4.2. Teoría y práctica

La teoría y la práctica se entrelazan íntimamente durante el proceso de investigación y se recrean en un continuo diálogo interdependiente, de tal manera que la actividad empírica es de dudoso valor si no contiene implicaciones teóricas (y las tiene de hecho, aún sin que el investigador lo sepa) y la investigación teórica lleva consigo consecuencias posibles en el plano de la práctica empírica que no deben ocultarse. De ahí que, subestimar la teoría - tendencia equivocada de quienes se afirman en “lo práctico” o en la superioridad de la práctica sobre la teoría - conduce a una posición peligrosa de sobrevaloración del sentido común y la intuición, como formas pre-científi-

cas de explicación, sobre el pensamiento científico. Las acciones que no se apoyan en la teoría proporcionada por el conocimiento científico de la realidad tienden a ser ineficaces, improductivas, y a menudo desembocan en efectos no deseados.

Del mismo modo, subestimar la práctica lleva sólo a un cúmulo de especulaciones sin asidero en la realidad y sin posibilidad de obtener resultados eficaces en la transformación de su medio ambiente. La investigación, o sea la práctica concreta del trabajo científico, compromete todos esos niveles aún cuando en determinados momentos se privilegie uno con respecto de los demás; pero, el producto siempre será una consecuencia de la intervención de factores tanto teóricos como empíricos.

4.3. Características de la investigación como práctica científica

4.3.1. Profunda vinculación a la actividad productiva del hombre

La práctica científica, y en ella la investigación, no puede explicarse por fuera del contexto de la producción social; es en ella donde se origina y en ella donde se comprueba. Todo problema social, las plagas, por ejemplo, requiere una respuesta del hombre; dicha respuesta pasa por dos alternativas: una empírica, basada en la experiencia directa y en la actitud espontánea de la persona, y una científica, basada en la aplicación del pensamiento y el método científico de investigación. No hay duda que la sociedad contemporánea requiere cada día mas respuestas basadas en la ciencia que en la sola experiencia.

4.3.2. Desarrollo gradual de lo simple a lo complejo

Así como la producción material en la sociedad se desarrolla paso a paso, de lo inferior a lo superior, de lo superficial a lo profundo, así también la práctica científica se desarrolla paso a paso para trascender de lo simple a lo complejo, de lo accesorio a lo esencial, de lo unilateral a lo multilateral, de la explicación simple a la profunda y a la teorización.

En la antigüedad el hombre se vio circunscrito a un conocimiento superficial y unilateral de la naturaleza y de la sociedad, dadas las diversas condiciones ideológicas predominantes y ante todo la pequeña escala de la producción, que limitaba la visión del hombre sobre todo durante el Medioevo y aún en la era del Renacimiento. Pero, con el desarrollo de la sociedad moderna llega el avance de las fuerzas productivas y de las clases sociales

contemporáneas, que cristalizan en el hombre la posibilidad de una visión global, integral de la sociedad y la naturaleza.

4.3.3. Criterio de verdad, la práctica (verificabilidad)

Los resultados de la investigación científica solo pueden quedar confirmados como verdaderos o falsos al confrontarse ya sea en la producción material (proyectos de inversión, innovación tecnológica, etc), en la lucha de clases (proyectos de desarrollo, reforma social) y en la experiencia científica (creación de modelos lógicos de desarrollo experimental).

4.3.4. La investigación es un sistema

Los elementos que lo componen son, en primer lugar, el sujeto de investigación condicionado social e históricamente; en segundo lugar, el problema de investigación el cual comporta a su vez elementos conocidos y elementos desconocidos; en tercer lugar, el objeto de investigación, a la vez un sistema del mundo material ya sea en la sociedad, ya en la naturaleza inanimada o en la viva. Estos son los tres elementos esenciales; pero también son elementos del sistema de investigación las fuentes, los antecedentes, los recursos y el método.

4.4. La investigación como práctica social

En su condición de práctica científica, la investigación constituye una actividad humana orientada a transformar las condiciones de existencia, tanto de la naturaleza como de la sociedad. Pero, a diferencia de la práctica política (lucha de clases) y de la práctica económica (lucha por la producción), la investigación como práctica científica no modifica por sí sola las condiciones de existencia del mundo material, sino que debe estar incorporada y realizarse en función de las demás formas de práctica social.

Como práctica científica, la investigación tiene un doble aspecto: por un lado, ningún objeto puede ser transformado sin antes ser conocido, aunque no basta conocerlo para transformarlo; por otro lado, la transformación de los objetos, sistemas y procesos del mundo material requiere también una fuerza material capaz de modificarlos. Esta fuerza material se encuentra solamente en las diversas manifestaciones y estados de la lucha de clases o de la lucha por la producción.

4.5. La creatividad en la investigación científica

Si de una parte la investigación científica es una actividad sistemática, crítica y controlada, de otra parte es una actividad creativa por excelencia. La creatividad le es esencial.

La creatividad es la facultad de reorganizar de algún modo original los elementos del campo perceptivo; dicho de otro modo, es la facultad de estructurar la realidad, desestructurarla y reestructurarla en formas nuevas. El concepto de creatividad conlleva las ideas esenciales de novedad y de valor; si lo que se produce no tiene nada de nuevo ni de valioso, entonces no hablamos de creación. Dentro del campo de la ciencia la creación es formulación de hipótesis, experimentación, investigación, invención, descubrimiento.

Se dice que para ser un buen detective se necesita olfato para seguir la huella correcta. Para ser un buen investigador científico, además del dominio del conocimiento disponible y el seguimiento de los procedimientos científicos, se requiere una gran capacidad de *intuición* y *creatividad* para orientar las hipótesis y los esfuerzos indagatorios en la dirección acertada y encontrar la solución correcta.

La creatividad científica se expresa no solo en los objetivos y resultados, sino también en los procesos. En los campos de la creatividad, el hábito de formularse preguntas llega a ser más importante que el saber encontrar soluciones. El extrañarse, sorprenderse, el escudriñar y percibir las confrontaciones (oponer unas a otras las cosas y las teorías, “en contra” de las creencias), no solo se justifica sino que se recomienda como plataforma de lanzamiento a la aventura de la invención.

4.6. El sujeto y el objeto en la investigación

En el proceso de conocimiento se hallan frente a sí dos elementos que hacen parte a la vez de la estructura de la investigación como sistema. Entre estos dos elementos, que son un sujeto y un objeto, se dan relaciones de singular complejidad.

El conocimiento es siempre conocimiento para alguien, está en la conciencia de alguien; por ello se presenta como una relación sujeto y objeto, los cuales están a la vez en una permanente correlación: el sujeto solo es sujeto para un objeto y el objeto solo lo es para un sujeto. Ambos solo son lo que son en cuanto son para el otro. Pero esta correlación no es reversible. Ser sujeto es algo completamente distinto que ser objeto: la función del sujeto es aprehender al objeto; la del objeto ser aprehensible y aprehendido

por el sujeto.

No podemos pues imaginar un conocimiento sin sujeto, sin que sea percibido por una determinada conciencia. Pero, de la misma manera, podemos decir que el conocimiento es siempre conocimiento de algo, de alguna cosa, ya sea un ente abstracto, ideal, como un número o una proposición lógica, ya sea de un ente o un fenómeno material o aún de la misma conciencia; en todos los casos, a aquello que es conocido lo denominamos el *objeto* del conocimiento. La relación que se articula entre sujeto y objeto es dinámica y constante; por una parte, puede decirse que el *sujeto* debe situarse frente al objeto como algo externo a él, colocado fuera de sí, abandonar su subjetividad para poder examinarlo. Vista desde el sujeto, la aprehensión del objeto se presenta entonces como una salida del primero fuera de su propia esfera, una invasión en la esfera del objeto y una captura de las propiedades de éste. El objeto no es arrastrado, empero, dentro de la esfera del sujeto, sino que permanece trascendente a él; en el sujeto surge una cosa que contiene las propiedades del objeto; es la “imagen” del objeto.

El acercamiento del investigador, (es decir el sujeto), hacia su objeto puede considerarse como la operación fundamental, la esencia misma de la investigación, pues es lo que lo vincula con la realidad y le permite conocerla.

Para que ese acercamiento y el conocimiento logrado tenga un sentido completo el investigador debe, en todo caso, volver otra vez hacia sí mismo a fin de elaborar los datos que ha recogido, reinterpretaando el objeto a la luz de su contacto con él. Sujeto y objeto son así dos términos que sucesivamente se oponen y se compenetran, se separan y se acercan en un movimiento que se inicia por la voluntad del investigador que desea el conocimiento, y que en realidad continúa repetidamente hasta que aquél adquiere un conocimiento cada vez más completo y profundo sobre el objeto. En esto consiste la objetividad.

Para que el sujeto logre un conocimiento en realidad objetivo debería despojarse de toda su carga de valores, deseos e intereses, convertirse en una especie de espíritu puro, liberado de toda preocupación psicológica por la naturaleza del conocimiento que irá a obtener. Sin embargo, esto no será nunca del todo posible, pues el sujeto de la investigación es siempre un sujeto *humano*, y no puede dejar de serlo.

Se puede llegar en el mejor de los casos a utilizar instrumentos, máquinas, etc. como complementos tecnológicos en la investigación; tales elementos serán capaces de recoger datos, ordenarlos y procesarlos, pero lo que no serán capaces de efectuar son las operaciones propiamente epistemológicas de plantearse un problema, seleccionar el tipo de datos capaces

de resolverlo, e interpretar el valor y el sentido de los datos recogidos por las máquinas.

Y es más, podríamos decir que una cierta dosis de *subjetividad* no sólo es inevitable en un trabajo de investigación sino que es además indispensable, ya que para querer saber algo se necesita una voluntad, una preocupación por conocer la verdad y esclarecer la duda que no puede ser sino subjetiva. Por esa misma razón no se concibe la existencia de un conocimiento llanamente objetivo y se afirma que todo conocimiento no deja de ser un producto también social y, como tal, producto de una cultura, de una época y de hombres concretos

4.6.1. El sujeto de investigación

Es el individuo que asume el papel de investigador, que se adentra en el conocimiento comprensión y estudio de los objetos, fenómenos y procesos de la naturaleza y de la sociedad. Es el hombre que, condicionado social e históricamente, interroga por la ley que rige un fenómeno, por las causas que lo determinan y por las posibilidades de aplicación de sus propiedades.

El sujeto no solo conoce y utiliza los objetos sino que además los transforma; tal transformación es conciente y se traza unos fines y unos objetivos que ningún otro ser de la naturaleza puede lograr. El adoptar el papel de sujeto es la condición para dominar y llegar a conocer efectivamente el objeto. La situación contraria impide el conocimiento por cuanto se es objeto. En su condición de sujeto, el investigador es una expresión social, es decir, expresa las condiciones de conocimiento y las necesidades de la sociedad que lo produce. Pero si ello es claro, también lo es el hecho de que, el sujeto de investigación, además de recibir impresiones, elaborarlas e interrelacionarlas, es capaz de crear imágenes, juicios y conceptos; es quien logra estructurar modelos y símbolos como instrumentos de expresión de una realidad.

En suma, el sujeto es un ser activo, creador, que desborda los límites de los sentidos en la infinita riqueza de la imaginación.

4.6.2. El objeto de investigación

Toda investigación científica se realiza sobre un objeto, sobre un ser existente ya sea en la sociedad, en la naturaleza inanimada o en la misma naturaleza viva. Para el físico que estudia la velocidad el objeto es el auto; para el ingeniero que estudia los procesos de flujo de un producto el objeto es la producción; para el mercadotecnista que busca la relación de oferta y demanda el objeto es una mercancía, y así sucesivamente.

Se entiende por objeto de investigación todo sistema del mundo material o de la sociedad cuya estructura presenta al hombre una necesidad por superar, es decir, un *problema de investigación*. Pero no hay que confundir el objeto de investigación con el problema de investigación. El objeto es el sistema donde el problema existe y se desarrolla. El problema está contenido en el objeto. Tomemos algunos ejemplos: para el médico, el paciente es su objeto de investigación, mientras que la enfermedad es el problema; para un sociólogo, las ideas de una comunidad constituyen su problema, es tanto que la comunidad es su objeto; para un economista la rentabilidad puede ser su problema, mientras que el producto es el objeto.

La teoría de sistemas permite un conocimiento más en detalle de los objetos de investigación desde los más simples hasta los más complejos, y, poco a poco, el investigador tendrá que estudiar cada vez objetos más complejos, más organizados, más densos.

Se ha definido el objeto de investigación como un sistema, pero, ¿qué es un sistema? Definámoslo como un conjunto articulado e integral de partes o elementos que engendran unas determinadas cualidades, que permiten el logro de unos determinados fines. Es el caso de un motor, articulado de partes integradas que, aisladas, sin interconexión, no producirían los efectos que conocemos. La integración e interrelación de los elementos componentes del objeto significa que la modificación o alteración de cualquiera de ellos necesariamente se manifiesta en el todo, en el objeto. Cuanto más complejo es el sistema, y cuanto más alto el grado de diferenciación, tanto más compleja resulta la estructura del objeto. Todo objeto de investigación hay que considerarlo en relación e intercambio dialéctico con su medio.

El medio del objeto de investigación lo componen los diversos objetos que le son ajenos, pero que de una u otra forma entran en comunicación modificándolo o modificándose a sí mismos. En el ambiente del objeto existen sistemas sin los cuales el objeto no podría existir y que son imprescindibles en el análisis que se haga del objeto de investigación; se los conoce como elementos *necesarios*. Pero, así mismo existen otros que ejercen menos influencia y de los cuales en algunos casos se puede prescindir; a estos elementos se les llama *concomitantes*.

Todo objeto de investigación tiende a la renovación permanente de su estructura mediante la propiedad del autodinamismo lo que obliga al investigador a tener una visión dialéctica de cambio constante. Pero así como todo objeto tiende al cambio y a la renovación, también tiende a la conservación, a gozar de un carácter concreto de estabilidad en el tiempo y en el espacio. Pero hay que entender tal conservación como un proceso, así que podemos decir que la estructura del objeto de investigación es su organiza-

ción en el tiempo; y éste viene a constituirse entonces en una característica del objeto de investigación.

4.7. Estrategia y epistemología del proceso de investigación

4.7.1. El proceso de investigación tal como aparece

El proceso de investigación no es una entidad por sí misma, sino algo que aparece como realizado por seres muy “concretos” y singulares: los científicos. Durante este proceso se ponen en acción las facultades potenciales del investigador para obtener un producto. Puede decirse que ese producto tiene al menos dos grandes finalidades:

- a) Producir conocimientos por los conocimientos mismos, por el placer que proporciona la contemplación de lo desconocido o la resolución de los enigmas que se plantean a nuestra conciencia, y
- b) Producir conocimientos por las consecuencias técnicas y, por ende, prácticas que de ellos se pueden extraer.

A estas dos finalidades reconocidas universalmente se agrega otra, menos notoria, vinculada a los procesos de estabilidad ideológica y política de las sociedades humanas; esta finalidad subsiste aún cuando la investigación sea efectuada para una empresa privada, o para una institución o dependencia estatal, o, incluso, bajo la protección de un mecenas. Las tres finalidades se vinculan mediante:

- a) el conocimiento por sí mismo;
- b) el conocimiento como instrumento de la práctica y,
- c) el conocimiento como función de autorregulación de la vida social.

(Ver figura 4.1).

4.7.2. El objeto (o producto) del proceso de investigación

Sólo tiene sentido hablar de “proceso de investigación científica” si lo que se obtiene como producto es conocimiento científico (además de placer estético, beneficios económicos, transformaciones sociales, desarrollos institucionales, etc.). Este tipo de conocimiento repercute en dos exigencias: por una parte, la necesidad que aspira a tener toda teoría científica y, por

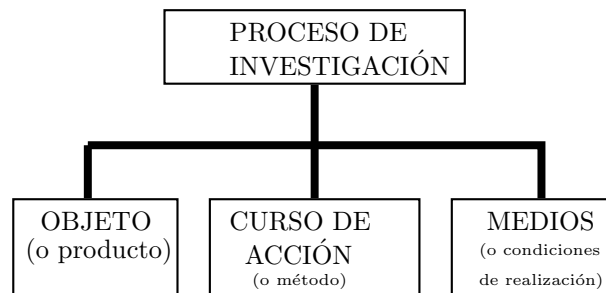


Figura 4.1: Componentes del proceso de investigación (Primera presentación).

otra, la exigencia de comprobabilidad o constatación de sus afirmaciones, en los marcos de experiencias posibles.

De toda investigación científica se espera que produzca no sólo una descripción de los aspectos particulares del objeto de estudio, sino que proporcione un conocimiento de lo que preside su funcionamiento: su surgimiento, su modo de existencia, su desarrollo, su desaparición o su reemplazo por otro superior o inferior, etc. Se espera que un producto científico exponga *leyes generales* que comprendan el comportamiento de los objetos de la experiencia. Esto vale incluso para aquellas investigaciones que recorren estadios primerizos (al que algunos autores llaman “de historia natural”), ya que incluso el hecho de clasificar objetos o de descubrir rasgos generales suficientes como para incluirlos en un mismo conjunto, implica una “ley general”: “clasificar a una ballena entre los mamíferos es aseverar que todas las crías de ballenas se alimentan de leche de sus madres”.

A la investigación científica se le exige que sus descripciones pongan de relieve regularidades de *hecho*, y que demuestre además que ellas están implicadas en modelos teóricos aceptables. Esta exigencia significa, entre otras cosas que el conocimiento comporte la intención y los procedimientos destinados a producir, tarde o temprano, una explicación o una comprensión de su objeto (sea un objeto natural o un artefacto, resultado de acciones de diseño), lo que obliga a tener presente las normas que rigen el intercambio intelectual en la comunidad científica. (Ver figura 4.2).

La investigación científica constituiría el método que los integrantes de las comunidades científicas emplean para cerrar las brechas que se abren en sus sistemas de creencias. Sin embargo, a esta visión académica de lo que comporta la investigación científica se agrega otra perspectiva más ligada a la práctica profesional.

Se sabe que las prácticas profesionales (del arquitecto, del médico, del

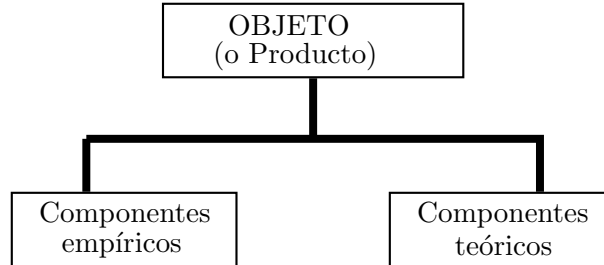


Figura 4.2: Caracterización general del producto de investigación científica

trabajador social, del biólogo, del ingeniero, etc.) necesitan de la ciencia. Pero, ¿no es acaso el ejercicio mismo de esa práctica profesional parte integrante del proceso de investigación científica? Más aún: ¿la ciencia no es acaso una sistematización conceptual de los logros tecnológicos? la vigencia de esta cuestión se debe a las transformaciones que se han producido en la manera en que evoluciona la tecnología contemporánea. La tecnología antigua se desarrollo muy lentamente sobre una base que parece haber sido esencialmente práctica, lo que no quiere decir que no tuviera un carácter altamente racional.

Por el contrario, la característica de la evolución contemporánea de la tecnología es su carácter consciente: la tecnología contemporánea está ligada a la práctica científica por sus resortes profundos. Siendo así, se comprende la fuerte tendencia a revalidar la práctica profesional como campo propio de la investigación científica. Sin embargo, la existencia de vínculos profundos entre la tecnología y la ciencia no debe confundirse con una asimilación completa de una a otra.

¿Cuáles son, pues, las tareas adicionales que las intervenciones profesionales deberán incluir para que puedan ser consideradas procesos de investigación científica y no mero despliegue tecnológico? Veamos las diferencias, al menos en tres grandes aspectos, entre el proceso de investigación científica y una intervención profesional:

- (a) Por el objeto (como punto de partida y producto) de la investigación.
- (b) Por las acciones orientadas hacia el logro de lo anterior, vale decir, “la investigación científica misma”; esto incluye tanto acciones regidas por procedimientos para descubrir conocimientos, de hechos o de normas, como las que se rigen por procedimientos destinados a validar conocimientos de hechos o teorías que ya se poseen.

- (c) Por los medios de la investigación (o las condiciones de realización de las que el investigador puede disponer en el curso de la investigación).

El producto de un proceso de investigación científica exige la práctica profesional que contemple, junto con la producción de conocimiento relevante, un elemento de universalización y de demostración.

La primera, en cuanto se trata de producir un conocimiento no meramente circunstancial sino general del objeto; lo segundo, por cuanto si el conocimiento ha de valer en el dominio público, ello exige que se someta a los criterios normativos mediante los que una comunidad científica dada legitima la circulación de conocimientos.

Las prácticas profesionales no están sometidas a este doble imperativo de la universalización y la validación de sus conclusiones cognoscitivas: les basta con alcanzar una adecuada eficacia local, particular, lograda con los marcos del problema práctico que intenta resolver y un tolerable respeto a las normas éticas y técnicas que rigen el campo de la incumbencia profesional. Pero, nada impide que los resultados de una práctica profesional particular se incorporen (tarde o temprano) a la fase observacional de una investigación científica, o que las ideas producidas durante la ejecución de las acciones se transformen en fuentes de inspiración para nuevas propuestas teóricas. Nada impide tampoco que un proyecto de intervención profesional se proponga tanto modificar la realidad, cuanto producir un resultado cognoscitivo en el marco de los cánones de la ciencia

4.7.3. Los medios de investigación (realización) en el proceso de la ciencia

Designemos aquí como “medios de investigación.^a los elementos que el investigador (sujeto) interpone entre él y su objeto y que, de hecho, constituyen las condiciones de realización de todo el proceso y es quizá aquí donde aparecen más evidentemente tres dimensiones inseparables, que en el fondo remiten a una misma realidad que es la ciencia concebida como proceso; esas tres dimensiones son:

1. objeto de la investigación
2. actividad observacional y reflexiva orientada al fin de la investigación.
3. Los medios de investigación.

Aunque la diferenciación de estas tres dimensiones parece arbitraria, en donde es más notoria esa impresión es a la hora de distinguir entre el objeto

del proceso y las condiciones, o medios del proceso, debido fundamentalmente a que todo proceso de investigación forma parte de un desarrollo más vasto: el desarrollo de la historia en la que se genera todo producto científico y a la que todo producto retorna como una condición de los nuevos procesos. En sentido amplio, la “condición originaria” de toda investigación científica la constituyen el lenguaje y la cultura de una sociedad. Pero también, en sentido amplio, el lenguaje y la cultura son el objeto final de toda investigación científica.

Se presupone entonces que la lengua, junto con todos los hechos del habla preservados por las comunidades como patrimonio de representaciones y creencias, constituyen el primer “arsenal” de medios de investigación - cualquiera sea la ciencia de que se trate -.

Todos los objetos preexistentes que el investigador se limita a desprender del discurso constituyen el “material” de la investigación y en la medida en que ese material ha sufrido los efectos del cuestionamiento y la reformulación, se habla entonces del “objeto de la investigación” (en el sentido de un objeto “construido”). Dicho de otra manera: No todos los asuntos de la investigación son “objetos de investigación”. Esto quiere significar que, en toda investigación hay asuntos que tomados de otras investigaciones o de la cultura general, como resultados preexistentes y que funcionan como “materias primeras” del estudio actual, pueden ser materiales de los cuales se construye el objeto específico.

Los medios de investigación son el conjunto de recursos, técnicas y contextos institucionales, que le sirven como vehículo y pauta normativa tanto a la observación cuanto a la reflexión. Así, puede emplearse como un medio de investigación “un tubo de hojalata forrado por el exterior con tejido de lana y algodón rojo carmesí, de longitud aproximada de tres cuartos y medio, con dos vidrios, uno... cóncavo y el otro no” (descripción del telescopio por un contemporáneo de Galileo), o emplear como artificio lógico mental a la analogía, comparando su cuestión con aquellas otras que aparecen como adecuadamente comprendidas o resueltas.

El uso y la creación de medios de investigación y la evaluación sistemática de sus limitaciones y alcances, caracteriza también al proceso de investigación, y permiten diferenciarlo del desarrollo espontáneo del conocimiento. De allí, la importancia decisiva que para la ciencia reviste la historia de las técnicas y de las relaciones sociales que rigen su empleo, es decir, la *historia de las condiciones de realización* de la investigación. Las condiciones técnicas y las institucionales están relacionadas en mutua determinación, como lo están los procedimientos de descubrimiento y los procedimientos de validación.

Puede sostenerse que el siglo XX mostró la ciencia cada vez más dependiente de la acción que de la reflexión, teniendo una operatividad inmensa en el mundo práctico instrumental (consecuentemente en el orden socio-político y una capacidad enorme para producir transformaciones en los sistemas materiales (físicos, químicos, biológicos) y en los sistemas representacionales (individuos, grupos, culturas). Por lo mismo, la investigación científica está cada día más sujeta a los contextos tecnológicos y a los políticos.

Pues bien, estas condiciones afectan la totalidad del trabajo científico: desde la consecución de los anhelados subsidios hasta la disponibilidad de lugares de estudio, y todo ello re remite a normas institucionales que no solo condicionan externamente al trabajo científico, sino que llegan a ser constitutivas de la estructura del pensamiento. (Ver figura 4.3).

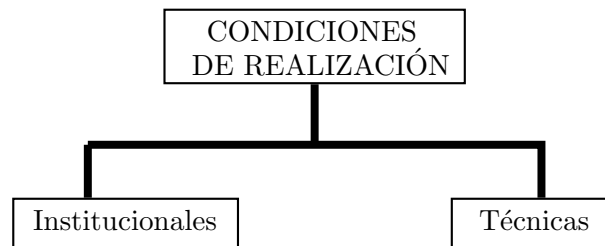


Figura 4.3: Condiciones generales (de contorno) en el proceso de investigación

4.7.4. El producto del proceso: medio de nuevas investigaciones

La actividad investigativa efectúa una modificación en el sistema originario de observables y de representaciones del objeto de estudio dado. Los descubrimientos y las aportaciones diversas conseguidas por el investigador se convierten en una totalidad de la cual es casi imposible distinguir qué es lo propio y qué es lo tomado de las representaciones previas, de las discusiones con los colegas, etc. Los esfuerzos y actividades propias se encuentran amalgamados con los materiales preexistentes. La investigación (siendo acción del sujeto) se ha objetivado: el objeto previo ha sido elaborado y transformado en una nueva objetividad en el sistema de la cultura científica, pudiendo luego re-insertarse en la circulación de tales objetividades culturales; esta es la perspectiva sustancial del proceso científico como

sistema de intercambios.

Si se considera el proceso global desde el punto de vista del resultado, tanto los medios de investigación como el objeto de estudio se ponen de manifiesto como medios de producción cultural y la investigación científica se torna en una labor productora de cultura. Cuando un conocimiento científico egresa del proceso de investigación, inmediatamente se transforma en condiciones de investigación para nuevos procesos, respecto de nuevos objetos.

En virtud de este re-ingreso de los conocimientos científicos producidos como nuevos materiales y medios de investigación, pierden el carácter de producto y pasan a funcionar como factores de la investigación viva actual. Un conocimiento científico que no se reincorpora como material y medio de nuevas investigaciones se torna inútil y pierde su noción misma; no solo se desactualiza, sino que se vuelve asunto de erudición o alimento de insectos y roedores, pero no un hecho de la cultura científica. Pese a ello, los conocimientos científicos, a diferencia de la producción económica, pueden reingresar al ciclo de la cultura después de largos períodos de marginación y olvido. (Ver figura 4.4).

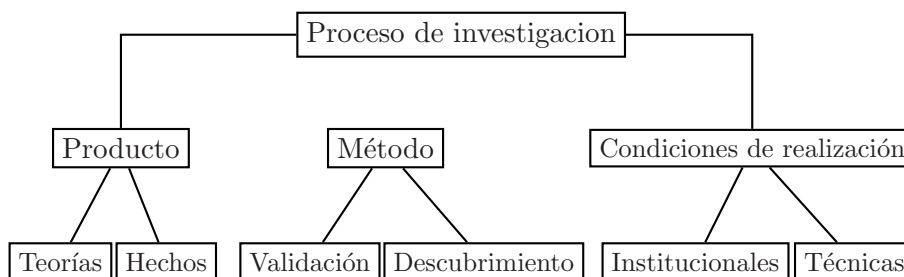


Figura 4.4: Componentes del proceso de investigación (2ª.Presentación)

Diversas tareas en el proceso de investigación.

Existe cierta confusión y dificultad cuando se trata de presentar de manera sistemática los componentes, las actividades que se desarrollan en la investigación, y las relaciones mutuas entre ellos.

- a) Por un lado, confusión o superposición de los criterios que se emplean para aislar las etapas del proceso, y
- b) Las dificultades para establecer una secuencia lógica y/o cronológica entre las diversas etapas del proceso.

En relación con lo primero se puede proponer: (1) destacar las nociones que constituyen el núcleo mismo del método en la producción de conocimiento y, (2) delimitar con claridad ciertos conjuntos de conceptos que intervienen en el análisis del proceso de investigación.

Tres conceptos distintos suelen estar casi siempre confusamente entremezclados:

- a) El proceso de investigación
- b) El diseño de investigación
- c) El proyecto de investigación.

No hay acuerdos sobre el significado y los usos de estos tres términos; sin embargo, se pueden explicitar algunas ideas acerca de ello. Aunque se trata de nociones relativamente triviales, no se las encuentra aclaradas de manera explícita. Y, sin embargo, su estricta delimitación proporciona perspectivas adecuadas para disolver muchos falsos problemas que se le presentan a los investigadores. No es raro encontrarse, por ejemplo, con preguntas como esta: ¿En qué momento comienza una investigación?, sin advertir que se trata de preguntas diferentes según que se interroge sobre el comienzo del proceso, del diseño o de la puesta en ejecución de las actividades acordadas en un proyecto. Tampoco es infrecuente encontrar que se confunde la lógica que rige las relaciones entre los objetivos o metas y los recursos disponibles (cuestión eminentemente del campo de la administración de proyectos), con la lógica que rige las relaciones entre las categorías del marco de conocimientos previos (en especial de la hipótesis) y las técnicas que se pueden usar (asunto específicamente metodológico que compete al diseño).

Con el término proceso de investigación podemos referirnos a la totalidad de las acciones que desarrolla el científico como sujeto individual, y así también la comunidad de los científicos. El concepto incluye como su contenido a los otros dos, el diseño y el proyecto. El proceso, pues, se refiere a la totalidad de componentes, dimensiones, momentos y planes (micro y macro) de la investigación científica y alude a todos ellos desde la perspectiva de las ciencias naturales.

Con el término diseño de la investigación se puede hacer referencia particularmente al momento de la adopción de una estrategia metodológica para la resolución del problema. El diseño de la investigación es una función propia del proceso en escala micro, o sea aquel que desarrolla un sujeto (individual o colectivo). El concepto de diseño es -según parece- la categoría metodológica más significativa, porque contiene los resultados de la selección de los objetos de estudio, de atributos relevantes y de los procedimientos que se aplicarán de manera congruente con la naturaleza de

los objetivos. Las decisiones que se deben adoptar durante el diseño serán tanto más relacionales cuanto más claramente hayan sido formuladas las preguntas y las hipótesis que guían la investigación.

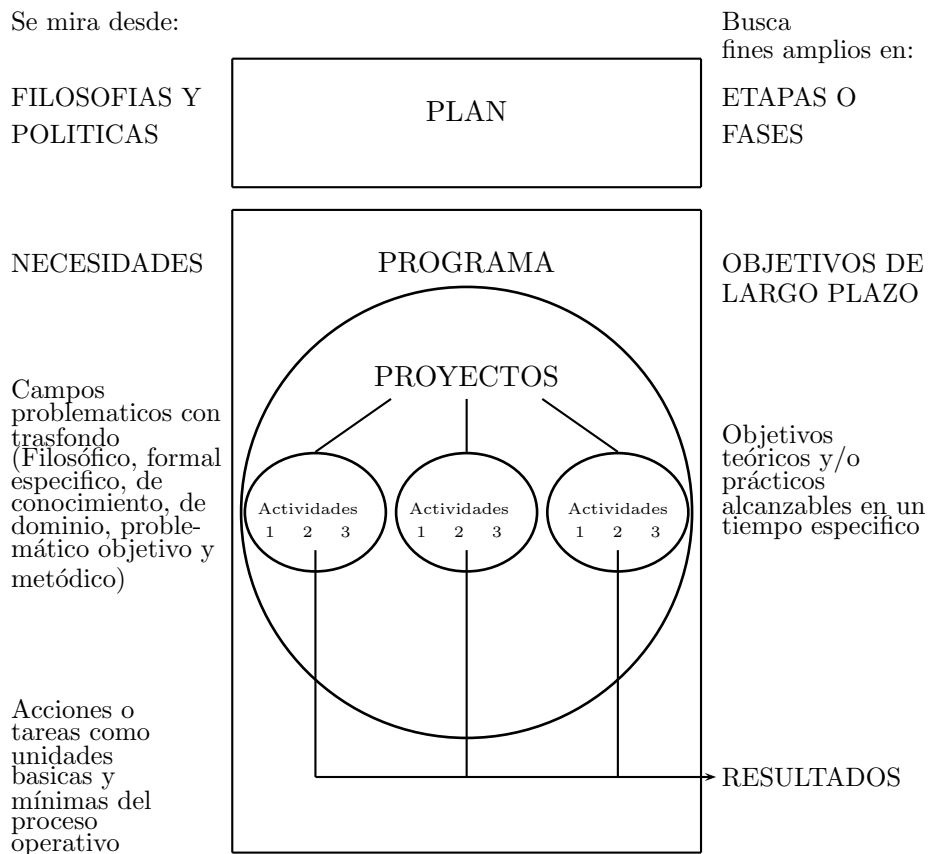
El diseño hace referencia a una porción reducida aunque decisiva del proceso de investigación, puesto que se ubica en el núcleo de las operaciones que transforman el mero consumo de conocimiento previo o la especulación filosófica en la realidad misma.

El concepto proyecto de investigación alude corrientemente al documento destinado a un organismo o instancia de control y que contiene, además de la información central sobre el diseño, una información concisa sobre los objetivos, las metas en tiempo y espacio, el plan de actividades, la estructura del presupuesto, etc. Es decir, contiene la información necesaria para el *control de gestión de la investigación*.

El proyecto de investigación es un concepto que se inscribe en la articulación del proceso en escala micro con la escala macro (sistema de procesos). El proyecto de investigación, aunque redactado y presentado por el investigador, lleva la impronta de un “sistema regulador” que es el que fija prioridades, plazos, valores para la apreciación de los resultados, etc. El proyecto de investigación se convierte pues, en ese complejo intercambio de formalidades y triquiñuelas por el que se articulan las acciones de una compleja estructura jerárquica de procesos de diferentes niveles de integración. “Proyecto” abarca finalmente otra porción y otro plano del proceso de investigación, ya que se refiere a aquel conjunto de componentes que producen y regulan la información más adecuada para llevar a cabo una dirección y control eficaz del desarrollo del proceso.

Desde la perspectiva de la Administración, en el proyecto casi invariablemente se trata de una información escrita y presentada de acuerdo a un cierto formato establecido por un sujeto supervisor (o sistema regulador administrativo). La perspectiva de la Administración se aclara mediante los enfoques aplicados al control de la gestión, esto es, la ciencia del gobierno o control de procesos. La función del control, como función administrativa particular es manifiestamente diferente a la de ejecución.

Análogamente, planes, programas, proyectos, son instrumentos administrativos que corresponden a instituciones de investigación, y que operan como condiciones del proceso de investigación científica, visto en la perspectiva del investigador individual. (Ver figura 4.5).



* Todas pueden considerarse “unidades operativas”.

Figura 4.5: Actividades, proyectos, programas y planes* (Racionalización y niveles operacionales)

4.8. Fases fundamentales de la investigación

En su labor de investigación el sujeto se encamina hacia los hechos para obtener respecto a ellos un conocimiento científico, proceso de acercamiento en el que también opera una confrontación de la teoría elaborada con la práctica correspondiente para crear a su vez nueva teoría.

A partir de tal enfoque pueden reconocerse en todo el proceso algunas grandes fases o *momentos*¹, a través de las cuales va tomando forma el camino que debe recorrer el científico. Estas fases o momentos son: el lógico, el metodológico, el técnico y el sintético.

4.8.1. Momento lógico

En este primer momento el investigador debe ordenar y sistematizar sus inquietudes y sus preguntas, y elaborar organizadamente los conocimientos que constituyen su punto de partida. Es el momento en que se produce la delimitación o distinción entre sujeto y objeto, y entonces el investigador se ocupa en definir qué es lo que quiere saber y respecto a qué hechos. Esta es la fase en que se plantea explícitamente la “teoría inicial” antes de partir hacia la verificación práctica. Es en este momento cuando se plantean los problemas básicos de todo trabajo, donde hay que atender preponderantemente a la racionalidad de lo que formulamos y a la coherencia lógica del marco de teoría sobre los hechos que nos causan inquietud.

4.8.2. Momento metodológico

A partir de este punto el investigador debe tratar de fijar su estrategia ante los hechos que va a estudiar, es decir, debe formular un modelo operativo que le permita acercarse a su objeto y conocerlo tal cual es. Es igualmente preciso en este segundo momento encontrar métodos específicos que permitan al investigador confrontar teoría y práctica. Preocupación

¹Se prefiere el uso de este término al de fase, ya que el análisis sistemático de cada una de estas instancias como “fases”, en sus componentes, se dificulta no solamente en cuanto a cómo llevar a cabo el aislamiento de tales unidades de acción (tareas), sino también en cuanto a cómo pensar y preservar las vinculaciones entre ellas, ya que los componentes son diferentes pero inseparables. Así, por ejemplo, es imposible plantear un problema sin implicar un conocimiento previo; es imposible definir un objeto de estudio sin implicar unos “atributos” que lo identifican y lo determinan como tal objeto, etc. El esfuerzo por descubrir la secuencia que rige las actividades en el proceso de investigación se encuentra con conjuntos de etapas tan íntimamente relacionadas que su orden no puede detallarse. En síntesis, la noción de “fase” alude a las configuraciones diversas que sí admiten una relación “antes/después”; el término “momento” sirve aquí para significar los componentes inseparables, que no admiten una relación “antes/después”.

mayor durante esta fase es la de elaborar sistemas de comprobación lo más objetivos posibles.

4.8.3. Momento técnico

Elegidos los métodos o estrategias generales para enfrentar el objeto, es necesario abordar las formas y procedimientos concretos que permitan recolectar y organizar la información que habrá de proporcionarnos la realidad. Sin embargo, desde un punto de vista más general esta fase no se distingue mayormente de la anterior, a excepción de que se trate de trabajos considerablemente diferentes en la práctica investigativa.

4.8.4. Momento sintético

Finalmente, ya en posesión de todos los datos disponibles que proporcionan los objetos en estudio, esta última fase se caracteriza por la realización de una nueva elaboración teórica en función de dichos datos. Se vuelve así de la práctica a la teoría, del objeto al sujeto, cerrando así el ciclo del conocimiento, aunque no definitivamente, pues la nueva teoría construida solo podrá concebirse como un punto de arranque para el desenvolvimiento de nuevas investigaciones.

4.9. Los metodos de la investigación científica

El método científico se hace concreto en las diversas etapas o pasos que se deben dar para solucionar un problema. Esos pasos son las técnicas o procesos. Los objetos de investigación determinan el tipo de método que se va a emplear.

Los métodos de investigación científica se dividen en dos: *empíricos* y *teóricos*, pero, en realidad, en el proceso de investigación, estos métodos nunca están separados. Unos y otros emplean técnicas específicas, lo mismo que técnicas comunes a ambos.

4.9.1. Métodos empíricos

Los métodos empíricos son el hecho, la observación, la medición y el experimento.

El hecho: se ha dicho que la ciencia fáctica parte de hechos. El hecho es un fragmento de la realidad objetiva que puede captarse con los instrumentos materiales (como el microscopio, el telescopio, una balanza, etc.)

y teóricos que una determinada disciplina haya desarrollado, e incluso determinados hechos pueden ser captados por los órganos de los sentidos. El hecho es el fundamento de la teoría, porque a partir de él se construye una explicación (teórica) del mismo. Dicha explicación ha de contrastarse continuamente con los hechos para ratificar su veracidad o falsedad. La contrastabilidad de la teoría con los hechos es el principal criterio de verdad de una ciencia.

Actualmente se le atribuyen al *hecho* algunas características:

Existe independientemente de que un investigador lo haya descubierto. Los hechos no son parte de la teoría, sino que están fuera de ella. No obstante nos enteramos de ellos a partir de su enunciación teórica, a pesar de que lo que sabemos de un hecho puede solo ser una distorsión del mismo.

Los hechos son auténticos, simplemente existen, y no debe haber la más mínima duda acerca de ellos. El problema reside en saber si lo que se ve en el hecho es todo lo que éste es en sí.

Los hechos son invariantes: lo que cambia es la manera de percibirlos; por ejemplo, hay que recordar la manera en que fue cambiando la imagen del universo desde los antiguos pensadores griegos hasta los modernos investigadores. Tal vez ahora mismo la concepción del universo esté todavía lejana de la realidad, pero es mucho más precisa que las anteriores.

El proceso de conocimiento se inicia en la elección y definición de los hechos y luego se mueve a su interpretación teórica. Pero, paradójicamente, la elección de los hechos depende de los conocimientos previos, o teorías que sirven de referente. En resumen, el trabajo del científico consiste en explicar los hechos de la realidad; ellos son el fundamento de todas las elaboraciones científicas y conforme crece su conocimiento en torno a los hechos el científico es capaz de diferenciarlos.

La observación: es el primer procedimiento de carácter empírico, en el cual pueden distinguirse:

- (i) el objeto de la observación,
- (ii) el sujeto de la observación,
- (iii) los medios para la observación,
- (iv) las condiciones de la observación y
- (v) el sistema de conocimientos a partir del cual se formula la finalidad de la observación y se interpretan los resultados de ésta.

Observar no es pasar la vista por encima sino buscar unos elementos de juicio siguiendo un orden conceptual ya que, el que unos “datos” desnudos

constituyan elementos de juicio o pruebas, presupone ya que habrán de funcionar dentro de cierto marco inferencial: por diversas razones, el acopio de datos a ciegas es probablemente imposible puesto que incluso a los niveles mínimos de la percepción existe siempre, ya funcionando, algún marco racional selectivo y no cabe la menor duda de que, al nivel de la observación científica, lo que llamamos “observación” y lo que titulamos “inferencia” están indisolublemente ligados.

Como decía Charles Darwin, para que la observación científica sirva de algo ha de ser a favor o en contra de alguna tesis: la razón de ser del observar no reside en meramente recoger y acumular observaciones, sino en buscar y sacar a la luz cierto orden existente en los hechos; y de ahí que lo “observable” siga en su desplazamiento a los intereses y finalidades de la indagación, y haga que los resultados que obtengamos acompañen a las intenciones que los guíen.

Con todo, no se trata simplemente de que veamos lo que nos gustara o quisiéramos ver, ni de que las observaciones que hagamos sean meramente función de las expectativas que tengamos, pues en tal caso la objetividad de la ciencia quedaría radicalmente comprometida; el resultado final consiste, al parecer, no en el abandono de la objetividad sino en cierta modestia: los claros y sencillos hechos de la observación no lo son nunca tanto como podrán tal vez parecer a primera vista a una mirada ingenua, pero lo que pretende la indagación científica es restablecer, valiéndose de medios más alambicados, la función empírica de las observaciones como contrastación de nuestras pretensiones de conocimiento del mundo exterior.

La medición: consiste en observar y registrar minuciosamente todo aquello que en el objeto de estudio seleccionado y de acuerdo con la teoría sea relevante. Los registros obtenidos de la medición son datos que se pueden aplicar utilizando operaciones lógico-matemáticas, y que pueden pertenecer a la escala nominal, ordinal, de intervalo o de razón. La información así obtenida puede ser de carácter cualitativo y cuantitativo.

El experimento: puede definirse como el procedimiento diseñado para manipular variables en condiciones especiales que permitan poner en juego algunas variables para observar su comportamiento y lograr así descubrir la esencia de un objeto de estudio.

Las finalidades de un experimento pueden ser diversas, por ejemplo, conocer las leyes que rigen la ocurrencia de algunos fenómenos, o su comportamiento; pero también puede comprobar una determinada hipótesis. Se piensa a menudo que los experimentos se hacen únicamente en los laboratorios; esto no es así, pues también puede diseñarse experimentos de campo; sin embargo, en el primer caso se tiene un mejor control de las va-

riables involucradas en el proceso, debido a que se puede repetir una y otra vez el procedimiento de la experimentación hasta descubrir lo relevante o lo irrelevante del fenómeno estudiado, sin que haya variación significativa entre los distintos ensayos.

4.9.2. Métodos teóricos: Problemas e hipótesis

El trabajo científico siempre implica el compromiso entre teoría y experiencia, ya que ningún acto empírico del investigador está libre de ideas preconcebidas, aunque toda idea científica debe ser comprobada y demostrada.

Problemas e hipótesis: El proceso de investigación se inicia con un problema. Sin embargo, no toda formulación que designa un problema puede ser investigado por la ciencia. Para que un problema pueda investigarse debe ser formulado adecuadamente. Existen ideas según las cuales la observación de cualquier hecho de la realidad puede o no transformarse en problemas de investigación; al principio son vagas y confusas, pero luego después de mucha reflexión y de una relación continua con el objeto de investigación, se puede lograr una formulación clara de la situación problemática.

Una vez que el investigador ha expresado y formulado el problema, puede plantear una conjetura que tiene como finalidad explicar ese problema para resolverlo: es la *hipótesis*.

La hipótesis de investigación es el punto de partida en la búsqueda de respuesta a la pregunta planteada; es la guía que se sigue bien en la observación, bien en el experimento científico. Las hipótesis pueden definirse como explicaciones tentativas de carácter singular, particular o universal que involucran variables.

Pueden clasificarse las hipótesis en universales o generales y singulares o particulares. Las primeras son de mayor valor científico, pero más difíciles de verificar, y quizá para lograrlo solo de manera indirecta es necesario examinar algunas de sus consecuencias particulares.

4.10. Función e importancia del método en la investigación

Cualquiera que sea el concepto de investigación que adoptemos, siempre se supondrá que “partiendo de algo pretendemos llegar a otro algo”. En efecto, si por “investigar” estamos entendiendo búsqueda de la verdad o de la solución para un problema, entonces, en cualquier caso, habrá necesidad de recorrer un camino para lograr lo que se pretende; es decir,

siempre será necesario el empleo de un método, un camino o procedimiento adecuado para lograr un objetivo. Analicemos las siguientes cuestiones.

¿Existe un método científico, un método que pueda considerarse como el más adecuado para la investigación científica? ¿Cuál sería ese método? ¿Deberá seguirse siempre un método en las investigaciones científicas?

Cuestiones relativas a estos interrogantes deberían considerarse, así sea someramente. Ante todo, el método no se inventa y, más bien, debe adecuarse al objeto de la investigación. Los sabios, cuyas investigaciones fueron consideradas con éxito, cuidaron de anotar los pasos recorridos y los medios que los llevaron a los resultados. Otros, después de ellos, analizaron tales procesos y justificaron la eficacia de los mismos.

¿Existe entonces un método en la investigación científica? En los comienzos de la Edad Moderna se generalizó la convicción de que la silogística era un buen instrumento demostrativo; pero el desarrollo de la ciencia necesitaba más bien un “arte de encontrar”, es decir, un método para el descubrimiento. Y esto fue lo que, desde esos momentos, empezó a llamarse “Método Científico”.

¿Cuál es el método? Hay quienes identifican la ciencia como un método o modo sistemático de explicar un número grande de ocurrencias semejantes. Para Galileo, en las ciencias se trata de descubrir las relaciones matemáticas de la realidad y por ello no son útiles ni la silogística ni la inducción; lo que se necesita son métodos de descubrimiento; que sea la propia naturaleza la que le enseñe al investigador por medio de la experiencia. Para Francis Bacon, la tarea de la ciencia consiste en descubrir las leyes de la naturaleza, lo cual nos permitirá utilizarla. El científico auténtico, según Bacon, no debe proceder atendiendo únicamente a los sentidos o a la simple razón; los empiristas hacen lo primero; los racionalistas dogmáticos se acogen solamente a su razonamiento; sin embargo, el trabajo en ambos casos es estéril, porque los empiristas amontonan datos así como las hormigas almacenan provisiones, y los racionalistas construyen teorías sin solidez así como las arañas tejen sus telas o redes en el aire. El investigador debe ser como la abeja, la cual digiere lo que capta y después produce miel para la comunidad. En conclusión y de acuerdo con Bacon: “ni solamente la experiencia bruta, ni solamente el razonamiento vacío, sino la combinación de ambos”.

Las ideas de Galileo sobre el método de investigación se ponen de manifiesto en las tres fases siguientes, teniendo en cuenta que en toda investigación se pretende encontrar solución a un problema:

- a) un punto de partida, el cual tiene que ser un problema específico,
- b) el punto donde pretende llegar: la solución al problema anterior y,

- c) un camino que va desde el punto de partida hasta el punto de llegada.

Al método general hay que distinguirlo de las técnicas especiales que, en cada caso y de acuerdo con el objeto de estudio, deben seleccionarse y manejarse; por ejemplo, si se trata de hacer seguimiento de procesos bioquímicos, probablemente haya que recurrir a técnicas de tinción.

Respecto al asunto de si debe siempre seguirse un método todavía se disiente actualmente, y sobre este particular hay posiciones que abogan por el azar y otras por el anarquismo como expedientes útiles al descubrimiento científico. Pero, la indagación y búsqueda de solución a los problemas según procesos empíricos, en el comienzo se transformó gradualmente en métodos verdaderamente científicos. La época del empirismo pasó; hoy en día no es posible continuar improvisando. La época actual es la de la técnica, la precisión, la previsión, el planeamiento; nadie se puede dar el lujo de hacer tentativas al acaso o al azar para ver si logra algún éxito inesperado. Se debe disciplinar el espíritu, excluir de las investigaciones el capricho o el azar, adaptar el esfuerzo a las exigencias del objeto que se va a estudiar, seleccionar los medios y procesos más adecuados; todo esto es dado por el método. Un buen método se torna en factor de seguridad y economía.

Evidentemente, el método no sustituye al talento ni a la inteligencia del investigador y presenta sus limitaciones, pues no enseña a encontrar las grandes hipótesis, las ideas grandes y profundas. Esto depende del genio y de la reflexión del científico. Pero, en resumen, el método científico es la lógica general, tácita o explícitamente empleada para dar valor a los méritos de una investigación.

4.11. Las pautas del método en la investigación científica

Seguramente, hay algunas instrucciones concretas para tratar los problemas científicos aunque nadie ha establecido nunca una lista que las agote, y aunque todo el mundo deba resistirse a hacerlo, escarmentado por el fracaso de los filósofos que, desde Bacon y Descartes, han pretendido conocer las reglas infalibles de la dirección de la investigación. Sin embargo, por sola ilustración, se pasa a enunciar y ejemplificar algunas reglas muy obvias del método de investigación:

4.11.1. Planteamiento del problema

1. Reconocimiento de los hechos: examen, clasificación preliminar y selección de los que probablemente sean relevantes en algún respecto.

2. Descubrimiento del problema: hallazgo de la laguna o de la incoherencia en el cuerpo del saber.
3. Formulación del problema: planteo de una pregunta correcta, esto es, reducción del problema a su núcleo significativo, probablemente soluble y probablemente fructífero, con ayuda del conocimiento disponible. Las preguntas no han de ser genéricas (por ejemplo: “¿Qué es el aprendizaje?”), sino plantear una cuestión bien determinada (por ejemplo: “¿Cómo aprenden los ratones albinos a solucionar problemas de laberintos?”)

4.11.2. Construcción de un modelo teórico

1. Selección de los factores pertinentes: invención de suposiciones plausibles, relativas a variables pertinentes, que no constituyan ocurrencias sin fundamento visible; por ejemplo, no hay que contentarse con suponer que, en el caso de los ratones, es posible el aprendizaje con solo proponer al animal experimental un único ensayo o intento.
2. Invención de las hipótesis centrales o generales y de las suposiciones auxiliares: propuesta de un conjunto de suposiciones concernientes a los nexos entre las variables pertinentes, por ejemplo, enunciados que se espera puedan amoldarse a los hechos observados.
3. Traducción matemática: cuando sea posible, traducción de las hipótesis o parte de ellas a alguno de los lenguajes matemáticos.

4.11.3. Deducción de consecuencias particulares

1. Búsqueda de soportes racionales: deducción de consecuencias particulares que puedan haber sido verificadas en el mismo campo o en campos contiguos.
2. Búsqueda de soportes empíricos: elaboración de predicciones sobre la base del modelo teórico y de datos empíricos, teniendo a la vista técnicas de verificación disponibles o concebibles.

4.11.4. Contrastación de las hipótesis

1. Diseño de la prueba: planeamiento de los medios para poner a prueba las predicciones (consecuencias contrastables); diseño de observaciones, mediciones, experimentos y demás operaciones instrumentales.

La contrastación de las hipótesis ha de ser rigurosa, no laxa; por ejemplo, al contrastar las hipótesis sobre el aprendizaje con un solo intento, no se debe proponer al animal experimental alguna tarea para la cual ya esté previamente preparado, ni tampoco pasar por alto los resultados negativos.

2. Ejecución de la prueba: realización de las operaciones y recolección de datos.
3. Elaboración de los datos: clasificación, análisis, evaluación, reducción, etc. de los datos empíricos.
4. No declarar verdadera una hipótesis satisfactoriamente confirmada, sino en el mejor de los casos como parcialmente verdadera.
5. Inferencia de la conclusión: interpretación de los datos elaborados a la luz del modelo teórico.

4.11.5. Introducción de las conclusiones

1. Comparación de las conclusiones con las predicciones: contrastar los resultados de las pruebas con las predicciones del modelo teórico.
2. Reajuste del modelo: eventual conversión, o incluso, reemplazo del modelo. Preguntarse por qué la respuesta es como es y no de otra manera; no limitarse a hallar generalizaciones que se adecúan a los datos, sino intentar explicarlos a base de leyes más fuertes.
3. Sugerencias acerca del trabajo anterior: búsqueda de lagunas o errores teóricos o en los procedimientos empíricos.

Debiera emplearse el método de la ciencia también en las ciencias aplicadas y, en general, en toda empresa humana en que la razón haya de casarse con la experiencia; pero, desde luego, la extensión del método científico a las cosas humanas está aún en su infancia. Sin embargo, puede admitirse que una de las virtudes del método científico es que facilita la regulación o readaptación de las ideas generales que guían o justifican nuestra conducta conciente, de manera tal que ésta pueda corregirse con el fin de mejorar los resultados.

Finalmente, hay que comentar en torno a la descripción general del método de la ciencia, aquí presentado, que éste no es por cierto seguro; en cambio, es intrínsecamente progresivo porque es autocorrectivo: exige la continua comprobación de los puntos de partida y requiere que todo resultado sea considerado como fuente de nuevas preguntas. (Ver figura 4.6).

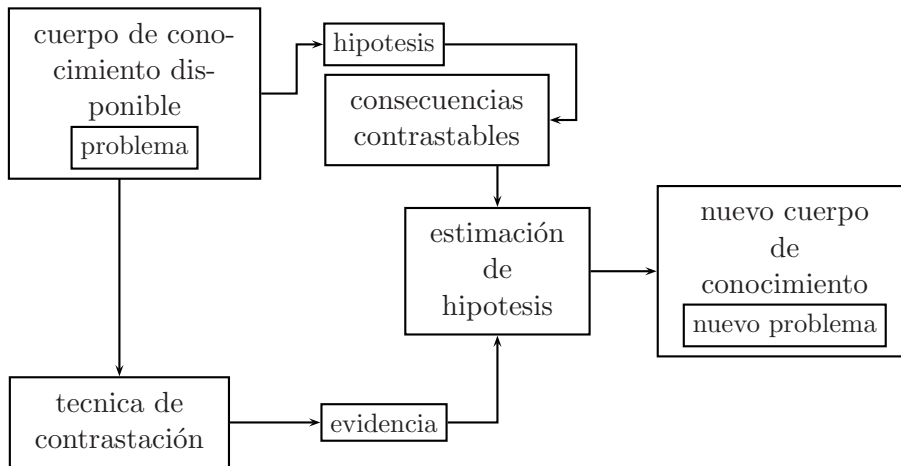


Figura 4.6: Un ciclo de investigación

4.11.6. Diseño de la estrategia de la investigación

El diseño de investigación es un plan organizado de actividades que de manera anticipada guían el proceso de investigación. Dicho plan se utiliza con el fin de aclarar (para el investigador mismo y para los demás) el camino que se ha de recorrer evitando desviaciones; es un plan estructurado de actividades encaminado a contestar las preguntas de investigación y controlar sus posibles variaciones.

Una actividad planeada puede rendir más que una improvisación; es el caso en la construcción, por ejemplo, de un edificio: si no hubiese un plano para seguir, los trabajadores carecerían de un mismo modelo de trabajo y cada quien iría realizando su tarea en función de lo que cree o supone debe hacer de ese modo, se perderá la coordinación entre ellos haciendo casi imposible cuidar el tiempo y los recursos disponibles para el trabajo.

En la investigación científica la situación es parecida. Supongamos, por ejemplo, que se solicita a un investigador determinar las causas de la conducta indisciplinada de los alumnos de una escuela secundaria y que el investigador, al finalizar el estudio, no conozca las causas de dicha conducta, pero en cambio resulta conociendo los efectos del compañerismo en el aprovechamiento escolar. Aunque el resultado sea interesante, el investigador no pudo cumplir con la tarea que se asignó, ni aunque él mismo se la hubiera propuesto, por carecer de un plan ordenado, riguroso y congruente con la naturaleza y propósitos de la investigación.

El diseño de investigación es entonces un programa que permite ir realizando acciones y tomando decisiones en función de ciertos criterios previamente establecidos. Generalmente, estos diseños están conformados por los siguientes elementos:

- (a) Tema de investigación (incorporado dentro del área general de investigación).
- (b) Objetivos del estudio (teniendo claridad del objeto hacia el cual se dirige la investigación).
- (c) Preguntas de investigación (generales sobre múltiples aspectos).
- (d) Programación de contenido pertinente a las preguntas.
- (e) Direcciones de puntos de información específica (hemerotecas, bibliotecas, archivos, videotecas y correos electrónicos).
- (f) Directorio de especialistas en la materia (entrevistas, foros, paneles).
- (g) Agenda (fases tentativas para el desarrollo del trabajo).
- (h) Financiación.

4.12. El proceso de investigación

Para que la investigación rinda sus frutos debe desarrollarse de manera ordenada aunque no rígida. La investigación conlleva un proceso de dialéctica permanente pero las actividades dentro de éste no quedan sujetas a la anarquía; por todo ello es conveniente considerar, al menos desde un punto de vista muy general, las siguientes etapas o fases de un proceso de investigación.

- (a) Definición de un área temática: selección de un campo de trabajo, un área teórica y empírica donde habrá de situarse el investigador, por ejemplo: las migraciones internas, la inflación, las enfermedades contagiosas, etc. Es decir campos del saber que tienen unidad interna pero que abarcan una problemática mucho más reducida y específica que las disciplinas, de las que forma parte, y aún de sus especialidades.
- (b) Descubrimiento de un problema: toda investigación puede definirse como un esfuerzo que se emprende para resolver un problema, especialmente de conocimiento. Un problema de conocimiento es algo que se desea conocer y que aún no se sabe (o no se ha verificado). Este

punto es muy importante en la investigación porque evita confusiones en la estructuración de la investigación; así, no es un problema de investigación el simple problema social o un problema práctico, como por ejemplo la ocurrencia de un problema de tránsito; en este último caso el problema que debe formularse para investigación es el de por qué se producen los accidentes de tránsito? Con base en la respuesta podrá resolverse el problema práctico de cómo evitarlos.

- (c) Establecimiento de objetivos específicos para la investigación: definir los fines o las metas que se considera posible alcanzar concretamente, por lo cual surge la necesidad de contar con un tema de estudio preciso y bien delineado que, por sus proporciones, pueda ser investigado en correspondencia con los recursos teóricos y materiales que luego habrán de fijarse.
- (d) Formulación de la teoría del problema: construcción de un referente teórico del problema, lo cual significa reunir el bagaje conceptual y de las teorías ya elaboradas respecto al mismo, pero que deben ser reelaboradas y adaptadas por el investigador para los fines específicos de su investigación.
- (e) Diseño concreto de la investigación: tiene por objeto complementar la función del marco teórico; si este marco teórico proporciona una estructura conceptual y referencial para la comprensión del problema, entonces el diseño servirá para determinar la forma en que el problema real habrá de ser verificado y sometido a estudio; es decir, el diseño establecerá el criterio general de comprobación, el sistema de aproximación a la realidad específica considerada y, en fin, la estrategia general que se ha de utilizar en el proceso de investigación.
- (f) La operacionalización: significa la búsqueda de indicadores, referentes empíricos y variables más concretas, capaces de traducir y permitir encontrar en la práctica aquello que anteriormente pertenecía a un plano teórico.
- (g) Las técnicas de recolección de datos: se utilizan para implementar el diseño escogido. Una vez que se ha precisado aquel objeto o sistema en estudio, dentro del cual existe y se desarrolla un problema, se confeccionan los instrumentos para recoger información sobre los aspectos problemáticos que se están indagando. Aquí cabe el uso de técnicas de observación, experimentación, muestreo, descripción, entrevistas, cuestionarios y aún las revisiones bibliográficas.

- (h) Procesamiento de los datos: los datos obtenidos en bruto necesitan un trabajo de clasificación y ordenación que se hace teniendo en cuenta todo el arsenal teórico y conceptual sobre el que se asienta la investigación. Se incluye en este punto la adopción de un criterio frente a cada categoría de datos disponibles, para lo cual es necesario revisar sistemáticamente toda la masa de información disponible, juzgando su calidad y el grado de confianza que merece cada una. En este caso se puede utilizar la tabulación, la codificación, la graficación y cuadros estadísticos.
- (i) Análisis de los datos: con los datos procesados adecuadamente se re-toma la labor propiamente teórica para obtener de ellos la posible respuesta al problema planteado.
- (j) Síntesis y conclusiones: es necesario analizar críticamente la información, proceder a sistematizarla y sintetizarla para lograr conclusiones finales acordes con los datos disponibles. Sintetizar es recomponer lo que el análisis separa para integrarlo como un nuevo todo. La síntesis es entonces la conclusión final o el resultado aparentemente simple, pero que engloba dentro de sí todo el cúmulo de apreciaciones hechas a lo largo del trabajo.

4.13. Planteamiento de la investigación

Para poder llevar a la práctica los resultados de un trabajo de investigación nada más conveniente que estructurar por anticipado a cualquier actividad, propósito, meta o ánimo que impulse al investigador, un planteamiento concreto de toda la secuencia de etapas consideradas anteriormente dentro de un proceso racional de indagación.

En la práctica cada investigación es una unidad coherente desde el punto de vista lógico y metodológico. Todo esquema sobre el proceso de investigación corre el peligro, especialmente para quien no ha realizado todavía labores prácticas de investigación, de convertirse en una especie de modelo formal restrictivo, un molde rígido procedimental de corte casi burocrático para hacer planes de investigación. Sin embargo, la labor científica es un trabajo donde la libertad y la creación cumplen un papel primordial: no hay, ni puede haber modelos que garanticen un resultado positivo para el trabajo de investigación por cuanto las dificultades y los imprevistos son tantos que impiden llegar a una planificación completa del proceso.

Todo lo anterior, que pone énfasis en cierto orden establecido, no pretende ser el único camino ni el mejor posible en el señalamiento para concebir

un proceso adecuado de investigación en la práctica; por tanto, lo que se pretende al sugerir un planteamiento de investigación en la práctica es poner de relieve el carácter dinámico y procesal de la investigación, de modo tal que no se conciba el proceso como si tuviera un principio y un fin tajantes y delimitados nítidamente, sino más bien como un continuo trabajo, una tarea casi artesanal, en la que es preciso unir el pensamiento riguroso a la imaginación, la disciplina de trabajo a la “inspiración”, en dosis variables según las circunstancias.

4.14. Investigación cualitativa y cuantitativa

Los métodos *cualitativos* tienen una clara intención “globalista” (holística) y fenomenológica y optan por buscar en la propia metodología cuantitativa las herramientas para ampliar el marco referencial de su información. Los métodos *cuantitativos* siguen en parte el paradigma analítico (concepción atomista), según el cual el todo puede dividirse (real o mentalmente) en partes homogéneas que pueden reunirse en una unidad.

Es irrelevante estudiar “globalmente” la realidad, porque no existe el estudio de lo general, sino la investigación de lo específico, de lo objetivo y de lo directo. Ninguna ciencia trata sus objetos de estudios en su completa concreción, o en toda su extensión global, sino que *selecciona alguna de sus propiedades*, e intenta establecer relaciones entre ellas. El hallazgo de los factores unitivos (dimensiones, variables, indicadores) subyacentes al mundo observable, va enriqueciendo el modelo representativo de la realidad.

Capítulo 5

EL PROBLEMA

“Existe una tendencia a subestimar la importancia de la indagación exploratoria y considerar solamente el trabajo experimental como científico” (Selltiz, 1970)

5.1. Introducción

El hombre busca aumentar su conocimiento del mundo y en ese proceso de búsqueda encuentra problemas; su tarea, pues, para lograr conocimiento consiste en tratar problemas. El investigador moderno, a diferencia del antiguo, no es tanto un acumulador de conocimiento sino un generador de problemas de investigación; sólo el hombre inventa problemas nuevos: es el único ser problematizador, el único que puede sentir la necesidad y el gusto de añadir dificultades a las que ya le plantean el medio natural y el medio social. Aún más, la capacidad de percibir novedad, de “ver” nuevos problemas y de inventarlos es un indicador del talento científico, y, por consiguiente, un índice del lugar ocupado por el hombre en la escala de la evolución”.

Todo problema de investigación se origina en una necesidad o deficiencia social. Todas las sociedades en sus diversos estadios de desarrollo se ven abocadas a un sinnúmero de necesidades relativas a su economía, a su política o a su ideología. Una necesidad es una deficiencia para el logro de un objetivo y esa deficiencia origina un problema que debe ser resuelto. Su solución empieza por el conocimiento de la necesidad, conocimiento que cada sociedad desarrolla de conformidad con su nivel de evolución. La sociedad moderna y contemporánea resuelve el problema del conocimiento de sus necesidades mediante la investigación planificada y científica. Así surge un problema de investigación.

El término “problema” designa una dificultad que no puede resolverse automáticamente sino que requiere una investigación, ya sea conceptual, ya empírica. Todo problema es el primer eslabón de la cadena problema- investigación - solución. Los problemas humanos son por lo general problemas de acción, decisión, o de conocimiento o de estimación. En las ciencias fácticas (a las que a veces se denomina ciencias prácticas) se encuentran las tres clases de problemas, siendo los de conocimiento los problemas centrales.

A pesar de que en la práctica se entiende lo que es un problema, se lo sabe identificar y hasta se puede ensayar una respuesta frente a él, no hay duda de que el concepto no es tan fácil de definir, ya que en torno del mismo giran aspectos muy diferentes. Pese entonces a los elementos comunes presentes en las diversas definiciones existe una gran variedad de problemas: teóricos, prácticos, científicos, empíricos, conceptuales, etc, que según el área o la disciplina pueden tener significados muy diversos.

Para la comunidad un problema es sinónimo de dificultad, de tareas, de ejercicio o de pregunta práctica y teórica que exige respuesta o solución. Hay quienes usan la palabra *problema* para referirse a una cuestión compleja que exige solución, o cualquier asunto que requiere nuestra dedicación. En todo caso, existe un denominador común en todas estas variantes cotidianas del problema: se refieren a un hecho no resuelto que debe encontrar una respuesta teórica o práctica, científica o cotidiana, social o individual, que posibilitará resolver parcial o totalmente el problema.

El problema es el germen sin el cual no aflorarían las respuestas que cierran cada aventura del conocimiento y aún de la toma de decisiones cotidianas. El punto de partida de cualquier plan, proyecto o actividad de investigación es la definición de uno o varios problemas por solucionar y que afectan bien a individuos, a grupos específicos, a una sociedad o a un sector de la realidad natural o social.

5.1.1. ¿Qué es un problema en general?

En términos generales, por problema entendemos cualquier dificultad que no se puede resolver automáticamente, es decir, con la sola acción de nuestros reflejos instintivos y condicionados, o mediante el recuerdo de lo que hemos aprendido anteriormente. Por tanto, continuamente se suscitan en nosotros los más diversos problemas cada vez que nos enfrentamos a situaciones desconocidas ante las cuales carecemos de conocimientos específicos suficientes. Entonces nos vemos obligados a buscar la solución o el comportamiento adecuado para poder enfrentarnos a tales situaciones.

5.1.2. ¿Qué es un problema de investigación?

La investigación -científica o no- consiste en hallar problemas, identificarlos, formularlos y tratar de encontrar su solución, sea con ayuda del conocimiento existente, sea con el conocimiento nuevo y, en todo caso, a la luz de la razón y de la experiencia. Desde luego, dejar de tratar problemas es dejar de investigar. Los problemas pueden a veces estar referidos a carencias objetivas, desconocimiento de síntomas, causas, efectos, relaciones, procesos o indicadores que den cuenta de la línea de base o situación de partida de cualquier esfuerzo investigativo.

En la vida cotidiana y en la científica se presentan problemas de la más diversa índole. Pero, cuestiones como las que siguen ameritan alguna consideración que pueden llevar a aclarar en principio esta temática sobre el problema de investigación.

5.1.3. ¿Qué es un problema científico?

La variedad de los pensamientos, ya sean cotidianos o científicos, es infinita. Lo mismo sucede con los problemas. La naturaleza y la sociedad nos presentan a diario nuevos problemas; pero no tendría caso considerarlos todos; sería poco menos que imposible y carecería de interés. A la metodología de la ciencia le preocupan de manera preferente los problemas científicos. Pero, no todo problema, como es obvio, es un problema científico: los problemas científicos son exclusivamente aquellos que se plantean sobre un trasfondo científico y se estudian con medios científicos y con el objetivo primario de incrementar nuestro conocimiento.

Si el objetivo de la investigación es práctico más que teórico, pero el trasfondo y los instrumentos son científicos, entonces el problema lo es de ciencia aplicada o tecnología, y no de ciencia pura. Sin embargo, no es una línea rígida la que separa los problemas científicos de los tecnológicos, pues un mismo problema, planteado y resuelto con cualquier fin, puede dar una solución que tenga ambos valores, el cognoscitivo y el práctico. Así, por ejemplo, los estudios de ecología y etología de los roedores pueden tener a la vez valor científico y valor práctico para la agricultura y la medicina.

Los problemas por resolver implican la necesidad de hallar la respuesta a una cuestión indagada, descifrar los valores de ciertas incógnitas, descubrir algún proceso desconocido, encontrar la manera de intervenir en el comportamiento de un proceso para cambiarlo, construir objetos o instrumentos, formular nuevos conceptos, inferir conclusiones, establecer hipótesis o determinar explicaciones pertinentes.

Son ejemplos de problemas científicos:

1. El efecto de una droga en el sistema nervioso.
2. Evitar el rechazo del cuerpo humano a los órganos trasplantados.
3. Demostrar un teorema.
4. Explicar hechos mediante teorías.

Un problema de investigación es un punto de conflicto conectado con una situación de dificultad en la que hay una laguna de conocimiento, una duda por resolver o una deficiencia práctica por satisfacer para el logro de un objetivo, y para lo cual pueden preverse dos o más soluciones (hipótesis). El problema de investigación se origina en una dificultad teórica o práctica, o en una curiosidad acerca de ciertos hechos, que no puede resolverse automáticamente sino que requiere una investigación teórica o empírica. Todo problema de investigación lleva implícita la solución a una necesidad social.

Las plagas para las sociedades agrícolas han constituido uno de los problemas más importantes de investigación, pero a la vez han conducido a soluciones entomológicas de las que gozamos en la actualidad. Pero, la simple curiosidad no engendra problemas, y la idea de que debe buscarse la verdad, solamente estudiando los hechos es totalmente superficial y no puede iniciarse ninguna investigación hasta no haber experimentado alguna dificultad en la aclaración de alguna situación práctica o teórica. Es esa dificultad o problema la que guía la búsqueda de un orden en los hechos en términos del cual aquella pueda ser superada.

De nada sirve quebrantar nuestro cerebro sin andamos insensibles y ciegos ante los hechos de la vida, que es donde radican los problemas. Según lo señalara Einstein, tener identificado el problema significa tenerlo resuelto en un ochenta por ciento y, con ello, asegurado el éxito de la investigación: lo demás, es solo cuestión de aplicar la habilidad matemática o el entrenamiento en el manejo de técnicas específicas para la obtención de datos. El planteamiento del problema - quién lo creyera- es mucho más importante que su solución.

En los problemas de investigación se encuentran aspectos conocidos y también elementos desconocidos. Los aspectos conocidos pueden constituir los síntomas, los efectos, los resultados de algo que se convierte en incógnita. El problema se muestra en este caso a través de sus manifestaciones. Pero puede ocurrir también que el aspecto conocido ya no sea el efecto sino la causa, su origen.

Los aspectos conocidos del problema de investigación permiten diagnosticarlo y caracterizarlo. Conociendo la causa o el efecto de un problema

de investigación será posible un acercamiento cuyo resultado será un diagnóstico, un primer reflejo para el dominio del problema. *Los aspectos desconocidos* del problema constituyen el factor hipotético, el origen de una suposición científica. Precisamente, el hecho de desconocer una serie de factores conduce al investigador a lanzar sugerencias, que, al cumplir ciertos requisitos se convierten en las hipótesis por validar.

El problema de investigación existe en relación con un objeto de investigación y solo puede ser entendido en la medida en que lo sea el objeto en el cual se manifiesta. El paciente es para el médico su objeto de investigación, mientras que la enfermedad es su problema.

Como cualquier fenómeno del universo, el problema de investigación no es estático sino que corresponde a una dinámica en la que se presentan tres fases: latencia, manifestación y solución. En la fase de *latencia* podemos decir que el problema ya existe en un objeto, pero sus síntomas aún no son manifiestos y por lo tanto no ha podido ser reconocido socialmente. En la fase de *manifestación* el problema se revela a través de algunos de sus elementos y por lo tanto es fácil reconocerlo social y científicamente, es decir, existe y además se sabe de su existencia. La *solución* es la fase en que se reconocen o bien las causas, o bien los efectos de la existencia del problema, y por lo tanto se pretende conocer sus soluciones.

La identificación y clara delimitación de un problema con miras a su investigación científica no es cosa fácil de lograr, pues no existen reglas para ello; el acto mismo de “inventar” o descubrir un problema es algo que escapa al análisis lógico. Sin embargo, pensar verdaderamente un problema determinado que sea teóricamente significativo y en principio investigable, puede convertirse en una empresa de reflexión muy cuidadosa y que no suele emprenderse sin un mínimo de vocación.

5.2. Los problemas: fuente de la ciencia

El hombre, único ser problematizador, es también el único que puede sentir la necesidad y el gusto de añadir dificultades a aquellas que le plantean el medio natural y el medio social. Aún más, la capacidad de percibir novedad, de ver nuevos problemas y de inventarlos es un indicador del talento científico, en una época en la que se presta más atención a la resolución de problemas (frecuentemente la simple aplicación de técnicas) que al descubrimiento de problemas (operación racional de escudriñar la realidad). Cuanto más rentables son los problemas descubiertos, planteados y resueltos por un investigador, tanto mayor es la valía de éste. Pero, no hace falta que los resuelva todos: basta con que suministre a otros inves-

tigadores problemas cuya solución puede constituir un progreso relevante del conocimiento.

La actitud problematizadora es característica relevante de toda actividad racional y la más visible de la ciencia. Las tareas del investigador son: tomar conciencia de problemas que otros pueden haber pasado por alto (percepción de una realidad); insertarlos en un cuerpo de conocimiento (marco teórico y conceptual) e intentar resolverlos con el máximo de rigor (planeación y diseño de la investigación), ante todo para enriquecer el conocimiento (valor intelectual y social de la ciencia).

El progreso del conocimiento consiste en plantear, aclarar y resolver nuevos problemas pero no problemas de cualquier clase, esto es, problemas demasiado triviales o problemas que van más allá de sus fuerzas, o problemas aislados. La selección errada de los problemas como consecuencia de una contemplación equivocada del mundo y de la investigación es causa principal del fracaso, no sólo de ciertas escuelas de pensamiento sino de muchas investigaciones.

Las necesidades prácticas son fuente de problemas científicos, pero el insistir exageradamente sobre la aplicación práctica (por ejemplo la industria o la política) a expensas del valor científico, intrínseco de la investigación, es a largo plazo esterilizador. En primer lugar, porque los problemas científicos no son primariamente problemas de acción sino de conocimiento; en segundo lugar, porque no puede realizarse trabajo creador más que con entusiasmo y el entusiasmo puede fácilmente faltar si la línea problemática de investigación no se elige libremente y movidos por la curiosidad.

Al igual que en la vida cotidiana, en la ciencia el planteamiento de grandes tareas acarrea grandes éxitos y grandes fracasos. Nadie puede esperar que preguntas superficiales y modestas reciban respuestas profundas y muy generales. El camino más seguro es sin duda la selección de problemas triviales. Los que buscan ante todo la seguridad, deben escoger problemas pequeños; solo los pensadores más amigos del riesgo tomarán el de gastar muchos años en luchar con problemas de grandes dimensiones que no le asegurarán ni continuidad ni ascensos en su carrera. Las grandes revoluciones se han producido siempre en la ciencia pura por obra de personas de este carácter, más que por descubrimientos casuales de investigadores prolijos y sin imaginación, dedicados a problemas aislados y reducidos.

No hay técnicas para elaborar problemas que sean a la vez profundos, fecundos y resolubles con medios prescritos. Pero pueden ser útiles los siguientes consejos:

1. Criticar soluciones conocidas, esto es, buscar puntos débiles en ellas.

2. Aplicar soluciones conocidas a situaciones nuevas y examinar si siguen valiendo para éstas.
3. Generalizar viejos problemas.
4. Buscar relaciones con problemas pertenecientes a otros campos.

Una vez propuesto un problema a la investigación hay que estimar su valor, aunque tampoco se conocen reglas ya listas para estimar a priori la importancia de los problemas y solo los investigadores con experiencia, amplia visión y grandes objetivos pueden estimar con éxito los problemas, pero tampoco de un modo infalible.

En todo caso, además de la elección del problema adecuado, el éxito presupone la elección de los medios indicados para resolverlo. La sabiduría en la elección de líneas de investigación se manifiesta en la selección de problemas que sean a la vez fecundos y de solución posible dentro del lapso de una vida humana. Y esto requiere un sano juicio u olfato que puede sin duda mejorarse cuando ya se tiene, pero no adquirirse solo por experiencia.

5.3. ¿De dónde surgen los problemas de investigación?

Los problemas de investigación se presentan de muchas formas y pueden originarse, entre otras, en las siguientes fuentes:

- a) Un interrogante o vacío en el conocimiento de algún aspecto de la realidad y para el cual no se tiene todavía una respuesta.
- b) Discrepancias acerca de varias investigaciones sobre una misma cuestión en estudio, cuyos resultados parecen no concordar entre sí.
- c) Debate o polémica sobre un asunto de interés público.
- d) Determinados hechos, para los cuales no se cuenta con la explicación que dé razón de su ocurrencia.

Los problemas pueden serle asignados al investigador, o bien pueden ser el producto de su propia creatividad. Concebida la investigación como un trabajo creativo, hay que subrayar en torno a lo primero que, vengán las sugerencias emanadas de directores, patrocinadores, o aún de usuarios potenciales de los resultados investigativos, no debe ahorrarse esfuerzo creativo por parte del investigador, en cuya mente - y solo en ella - se encuentra el germen y se abren las primeras luces de un problema concreto

que amerita investigación. Lo ideal es que sea el propio investigador quien plantee el problema surgido de su conocimiento consciente de una situación real, empíricamente verificable. Cuando el problema no es producto directo de la iniciativa del investigador su trabajo puede conducir a resultados muy pobres, porque quien propone una investigación y no la realiza puede darle un tratamiento muy superficial al asunto. De otra parte, solo el investigador sabe cuáles son sus propias limitaciones en el conocimiento del problema.

5.4. ¿Problemas prácticos o problemas teóricos?

Este es un punto interesante de cuya falta de atención surgen serias dificultades y sobre todo equivocaciones cuando se concibe, planea y ejecuta la investigación.

Las razones por las cuales un problema despierta nuestra curiosidad y nuestro interés pueden darse en nuestras experiencias previas, valores, creencias, prejuicios, posición ideológica, razones prácticas, posición social, razones económicas, y otras.

Cuando se emprende una investigación con el ánimo de obtener un nuevo conocimiento técnico, de aplicación inmediata en una dificultad práctica determinada, ello incorpora de hecho, y en una primera instancia, la consideración del problema también en un plano teórico; pero lo cierto es que toda investigación apoyada sobre la base del estudio de problemas teóricos deriva tarde o temprano en la solución de una necesidad práctica por resolver, que de lo contrario como problema de investigación no aparecería.

Es necesario entender que existen ciertas diferencias en la concepción del problema y su solución cuando se hace investigación aplicada o, por el contrario, cuando se trabaja en investigación básica. En el primer caso es urgente resolver los problemas, por ejemplo: ¿Cómo agilizar un proceso? ¿Qué sistema emplear para disminuir costos de producción?, o, evaluación de la calidad de un instrumento para medición de propiedades de suelos. En estos casos se tiene como mayor limitante el tiempo requerido para obtener la solución, o sea, en arribar a algún tipo de conclusiones o recomendaciones con cuya ejecución se espera cambiar el curso de los acontecimientos.

En el caso de la investigación básica, el problema puede aparentemente carecer de urgencia (aunque no de importancia) y los resultados se enfocan hacia el aumento de conocimiento disponible sobre alguna parcela de la realidad.

De otro lado, la investigación aplicada nunca podrá desarrollarse al margen de conocimientos teóricos básicos. Las investigaciones de problemas, ya sea de orden práctico o de orden teórico, son más que dos tipos de activida-

des separadas, dos fases de un proceso único que en nuestros días se conoce como Investigación y Desarrollo. La empresa científica se ocupa principal y directamente de los problemas teóricos, aunque no le son ajenos los otros como esferas del conocimiento aplicado.

De la consideración ajustada y rigurosa con que se asignan las prioridades en el estudio de los problemas de investigación básica, depende buena parte del éxito que se persigue con la investigación de problemas prácticos. Dentro de una actividad investigativa rigurosa, objetiva y productiva, no debe desatenderse la importancia que uno y otro tipo de problemas representa para el progreso de la sociedad y el acrecentamiento intelectual del investigador.

5.5. Lógica de problemas

La lógica se ocupa fundamentalmente de los procesos de la investigación científica. Pues bien, la investigación misma supone siempre el planteamiento de problemas, ya que su tarea consiste justamente en resolverlos. La ciencia, tanto en general como en particular, constituye una sucesión interminable de problemas, que llegan a resolverse solamente para venir a plantear nuevos problemas que, a su vez, al ser resueltos pondrán al descubierto otros interrogantes, y así sucesivamente. En esta característica de la ciencia no se ve otra cosa que la infinitud de las manifestaciones del universo, cuya determinación nunca se puede terminar.

Ahora bien, dentro del pensamiento se distinguen dos elementos, el juicio y la interrogación. Pero, el juicio es el resultado de una pregunta y ésta, por su parte, resulta de juicios anteriores. De esta manera, el pensamiento se compone de una serie de preguntas y respuestas que se encuentran conectadas estrechamente entre sí, que se suponen unas a las otras y que surgen recíprocamente. Por lo tanto, como en el planteamiento de un problema se encuentran implicados muchos juicios anteriores y puesto que el problema mismo conduce a la posibilidad de nuevos juicios, entonces dicho planteamiento se encuentra sujeto a las condiciones que se establecen para el juicio.

En la investigación científica todo juicio dado es respuesta a una pregunta previa y la pregunta fija las condiciones dentro de las cuales es necesario encontrar la respuesta. Una de esas condiciones es el punto de vista general, desde el cual el juicio llegará a una caracterización determinada de una materia de conocimiento. Pero, esa materia de conocimiento no es lo ya determinado sino lo determinable.

Toda investigación comienza con un problema. Una lógica de la inves-

tigación científica tiene que dar cuenta de este hecho. La ciencia progresa merced a que el hombre de ciencia, insatisfecho, se lanza a la búsqueda de nuevas verdades.

En tal empeño, el investigador primero suscita y propone temas o cuestiones en un determinado territorio del saber; segundo, forja un boceto (plan de trabajo) encaminado a dar respuesta al problema.

La aporética o lógica del interrogante científico estudia las condiciones de los problemas válidos y de las cuestiones conexas. La lógica tradicional no consideró el estudio de los problemas científicos por estar desconectada a la investigación particular. Pero todas las ciencias hacen preguntas, plantean sus cuestiones de estudio, y hay que realizar este planteamiento de acuerdo con leyes lógicas.

Dos son los supuestos lógicos del planteamiento y de las preguntas:

- a) el principio heterotético del pensar;
- b) ciertos datos conocidos.

La heterotesis significa afirmación incompatible con conocimientos previos. Toda cuestión científica implica una contradicción que promueve la búsqueda de una solución, la cual, a su vez, encontrará en su camino una nueva contradicción, y así sucesivamente. Ejemplo: se creyó que la Tierra no tenía movimiento alguno y que, aparentemente, el Sol, la luna y todos los astros giraban en torno a ella; pero, nuevas observaciones contradijeron esta afirmación.

En cuanto al segundo supuesto de la aporía, el conocimiento implica otros ya adquiridos susceptibles de superarse en el tránsito dialéctico del saber. La pregunta de si gira la Tierra en torno del Sol, supone no solo la contradicción de aquellos hechos, sino también una serie de conocimientos a saber: esfericidad del globo terráqueo, movimiento de otros astros, etc.

La clasificación lógica de las interrogaciones se hace tomando en cuenta la función de la materia del juicio; ésta es correlativa a la del predicado. Por lo tanto, hay que derivar la pauta para distinguir las especies de preguntas científicas, de la que se tomó para clasificar el concepto. Se tienen entonces, aporías genéricas de una materia de conocimiento. Ejemplo: ¿A qué tipo de animales pertenecen los insectos? Respuesta: a los artrópodos.

Hay también aporías específicas; por ejemplo, ¿Cuántas clases de felinos existen? Con respecto a la función categorial del juicio, se dan aporías por su relación lógica: sobre la esencia o *el qué* de los objetos, sobre la *causa* de los fenómenos, sobre su *acción recíproca*. Ejemplos: ¿qué es el cáncer? ¿cuál su causa?

Cualquier conocimiento ha de concebirse como solución a un problema. El juicio, v. gr., “no existen cuerpos en reposo absoluto”, es la contestación a una pregunta en el marco de la física. Busquemos el origen de la pregunta planteada. Supongamos que se haya fijado el interrogante: “¿Existen cuerpos en reposo?”. Partiendo del hecho de que el Sol está animado de movimiento (conocimiento por cierto que negaba la idea antigua de que esta estrella era fija), se cumple la primera condición necesaria de todo interrogante científico. También se verifica el segundo de los supuestos precisados.

Para lanzar la pregunta se admiten, en efecto, las ideas ya conocidas de “reposo absoluto” y “cuerpo”. Sin estas nociones previas que involucran un conjunto de leyes rigurosas, la pregunta no tendría sentido alguno, y así, en este orden regresivo. En otras palabras, cualquier problema científico supone una solución de antemano lograda, un conocimiento ya adquirido; respuesta, a su vez, que implica forzosa y manifiestamente una pregunta determinada.

Pese a las señaladas concordancias que existen entre el juicio y la aporía, en esta última se pueden distinguir algunas características propias que no se destacan con la misma significación del juicio. En primer lugar, el planteamiento de un problema siempre toma en cuenta, de modo sintético, los conocimientos adquiridos con anterioridad; pero, no se mantiene en el momento de su expresión, como es el caso en el juicio, sino que los proyecta en determinada dirección, en una tentativa por resolver las incógnitas que el propio desarrollo del conocimiento contiene.

Por otra parte, en el problema se expresan fundamentalmente los resultados de la experimentación y del desarrollo teórico que no se pueden explicar por completo con apoyo de los conocimientos anteriores, a diferencia del juicio, en el cual se exponen más bien las verificaciones obtenidas en la teoría y en la experiencia.

Cualquiera que sea la naturaleza de un problema, pueden distinguirse en el los siguientes aspectos:

- a. El problema mismo, como objeto conceptual o creación del intelecto, diferente de un enunciado.
- b. El acto de preguntar, antecedido por el acto de pensar (ambos objeto de la psicología).
- c. La expresión del problema mediante un conjunto de sentencias interrogativas (aspecto lingüístico).

De estos aspectos, en la investigación científica interesa el tratamiento de problemas como clases de ideas analizables con la ayuda de otras ideas,

generalmente reunidas en lo que se conoce como cuerpo de conocimiento previo, preexistente.

En todo problema de investigación aparecen ideas de tres clases: *el fondo, el generador y la solución presunta*, si existe.

En general, el *fondo* del problema está constituido por el conocimiento preexistente, que consiste en un conjunto de hechos, datos o resultados de observaciones y, en particular, por los presupuestos específicos del problema o sea, afirmaciones (un cuerpo de enunciados de teoría o también de hechos) que están de un modo u otro implicadas, pero no puestas en tela de juicio por la formulación del problema.

El *generador* es la función proposicional¹ suministrada por el problema al aplicar el signo “?” una o más veces, es decir, cuando el problema se desglosa en varios subproblemas o preguntas.

La *solución* del problema la constituye un conjunto de fórmulas hipotéticas (enunciados fácticos generales susceptibles de verificación empírica) que todo problema tiende a producir y que, cuando se insertan en el generador del problema lo convierten en un conjunto de proposiciones o enunciados particulares, relativos a cada pregunta, con un determinado valor de verdad. La mayoría de los problemas de la ciencia fáctica tienen soluciones meramente aproximadas; solo los problemas relativamente triviales tienen soluciones exactas; pero lo importante no es conseguir soluciones totalmente verdaderas para problemas de toda clase: lo importante es tener medios para corregir errores e imprecisiones y perfeccionar las soluciones disponibles.

Es necesaria la inclusión de variables en las preguntas, pues de lo contrario los interrogantes estarían relacionados con problemas dotados de una única incógnita, lo cual a su vez presupondría proposiciones que no pueden ser más que verdaderas o no verdaderas, esto es, que sólo originarían respuestas del tipo “SI” o “NO”, o que se responden simplemente con un concepto cuantitativo de lugar. Por ejemplo: la formulación “¿Es p verdadero?”, presupone que la proposición no puede ser más que verdadera o no verdadera. Todo lo anterior significa, a su vez, que se está frente a un problema mal formulado y por lo tanto irresoluble con los medios concretos utilizados en ciencia factual (datos, teorías y técnicas). Ejemplos de esta clase de problemas: “Se están extinguiendo las plantaciones de fique en el

¹Una función proposicional es una fórmula lingüística en la que puede moldearse gran variedad de contenidos específicos, y, por tanto, no es un enunciado que puede ser verdadero o falso en alguna medida; dicha fórmula, pues, carece de contenido factual. Ejemplo: “X es azul”. La función proposicional se convierte en una proposición, si todas las variables individuales y predicativas toman valores específicos. Ejemplo: “algún X es azul”.

oriente de Cundinamarca?"; primera respuesta: SI; segunda respuesta: NO; y también, la pregunta: "¿Dónde se registran aumentos anuales de temperatura?"; respuesta única: "en el oriente de Cundinamarca", que es un concepto cuantitativo de lugar.

La pregunta "¿Cuál es la longitud de esta varilla?" tendrá una sola respuesta con la condición de que 'ésta' sea un nombre no ambiguo en el contexto dado y, además, que el sistema de referencia, la unidad de longitud, la temperatura y la presión hayan sido indicadas. La pregunta "¿Dónde está c ?" no está completamente determinada: un hombre (' c ' en este caso) no individualiza nada, a menos que sea en un contexto; hay que indicar el conjunto de propiedades A que identifican a c , y preguntar entonces: "¿Dónde está el c tal que c es un A ?".

Un problema puede estar bien conformado, pero con un fondo vagamente indicado, o tenerlo defectuoso. Por ejemplo, la pregunta "¿Es p verdadero?" está bien construida, pero al formularla presuponemos que p tiene o puede recibir un solo valor veritativo. Lo cual no es en modo alguno obvio, porque p puede ser falso en un sistema y verdadero en otro. Análogamente, el problema "¿Cuál es el punto de fusión del azufre?", presupone que el azufre tiene un solo punto de fusión, cualquiera que sea su forma cristalina, y eso es falso. Nunca puede plantearse una pregunta sin presuponer algo. El plantear presupone nuestra propia existencia, y el preguntar acerca del comportamiento de las cosas presupone, por lo menos, la posibilidad de la existencia de éstas y la posibilidad de que las conozcamos en alguna medida. Como no hay pregunta sin un trasfondo, y como éste puede constar de falsedades, o de ideas debatibles, la aceptación ingenua de una pregunta sin examinar su trasfondo no tiene más valor que la aceptación ingenua de una respuesta sin examinar su fundamento.

Como conclusión de todo lo anterior, no hay que dejarse confundir por la aparente ausencia de variables en los problemas; hay que buscarlas a través de preguntas; pero no hay que inventarlas: hay que construirlas con un soporte lógico y con la ayuda de datos, teorías y técnicas. No pueden resultar al azar ni por capricho. No se obtienen respuestas determinadas sino cuando se formulan preguntas determinadas.

Los problemas científicos no nacen pues en el vacío, sino en el humus de un cuerpo de conocimientos preexistente constituido por datos, generalizaciones empíricas, teorías y técnicas.

5.6. La identificación del problema

Existen ideas nacidas de la observación de cualquier hecho de la realidad que pueden o no transformarse en problemas de investigación. Al principio esas ideas son vagas y confusas, no se sabe qué es lo que sucede. Luego, después de pensar mucho y estar en relación continua con el objeto de investigación se puede lograr una identificación cada vez más clara de la situación problemática. Antes de estar en condiciones de enunciar y analizar un problema de investigación es necesario saber en qué consiste y comprender cómo puede surgir en la mente del investigador.

Suele hacerse la distinción entre *problema de investigación* y *tema de investigación*, siendo este último el asunto más general dentro del cual emerge el problema específico. El tema es el asunto general dentro de un área o campo de conocimiento de la realidad. El tema puede contener potencialmente muchas y muy variadas situaciones que pueden especificarse y tomarse como problemas susceptibles de ser investigados. De esta manera se puede señalar como tema de investigación *las propiedades medicinales de las plantas* y dentro de él circunscribir un problema de investigación que podría ser: *las propiedades farmacológicas de la quina en la fiebre amarilla*. Otro tema puede ser *efecto de los medios de comunicación de masas* y dentro de éste un problema que podría identificarse como: *efecto de la televisión en la comunicación familiar*.

Usualmente los investigadores se especializan en ciertos temas, como: peces de agua dulce, plantas monocotiledóneas, genética de poblaciones, suelos de montaña, sociedad urbana, etc., o en infinidad de campos o áreas de la realidad, de los cuales extraen las ideas y el material para investigaciones concretas.

Es necesario tener cuidado en la elección de un tema, ya que en no pocas ocasiones los investigadores con poco criterio escogen temas muy generales, abarcando tal diversidad de campos problemáticos que sólo conducen a una innumerable recuperación de información indiscriminada y carente en sí misma de valor específico.

Existe una situación dentro del campo del conocimiento que se puede identificar como un problema de investigación, cuando se es consciente de que en el conocimiento de la realidad se percibe un vacío o alguna dificultad que demanda una respuesta para resolverla; tal cosa sucede cuando se ignora cómo ocurren ciertos fenómenos, cómo son los objetos, o cuando no se puede explicar por qué ocurren.

Como corolario de todo lo anterior, la identificación del problema de investigación consiste en aislar del conjunto posible de situaciones concretas que puede ofrecer un tema determinado, una situación particular que

pueda ser sometida a observación y análisis a fin de establecer interrogantes y respuestas hipotéticas que han de someterse a comprobación, Es la dificultad en nuestro conocimiento de algún aspecto de la realidad objetiva y la necesidad de encontrarle una respuesta, lo que nos impulsa a saber en qué consiste, es decir, a identificar en ella un problema de investigación.

5.7. Planteamiento del problema

Se dice que todo problema aparece a raíz de una dificultad; ésta se origina a partir de una necesidad, en la cual aparecen dificultades sin resolver. De ahí, la necesidad de hacer un planteamiento adecuado del problema a fin de no confundir efectos secundarios del problema con la realidad que se investiga. Por tanto, el planteamiento establece la dirección del estudio para lograr ciertos objetivos, de manera que los datos pertinentes se recolectan teniendo en mente esos objetivos a fin de darles el significado que corresponde.

En relación con el planteamiento del problema conviene hacer distinción entre:

1. Problemas.
2. Problemas de investigación.
3. Problemas de la investigación.
4. Problemas del investigador.
5. Problema por investigar.

Debe haber objetividad ante la dificultad como actitud básica del investigador; un problema de investigación no debe ser afectado por la subjetividad del investigador; la investigación no pretende resolver problemas personales, a no ser que éstos sean el objeto de la investigación.

El planteamiento del problema pone de manifiesto tres aspectos que deben tenerse en cuenta desde un principio:

1. Descripción del problema.
2. Elementos del problema.
3. Formulación del problema.

5.7.1. Descripción del problema

No se pueden plantear problemas de investigación a espaldas de la realidad que se investiga. Un problema investigable es un punto de conflicto conectado con una situación de dificultad en la que hay una duda por resolver y pueden preverse dos o más soluciones.

La descripción del problema es la ambientación de la realidad del problema, en relación con el medio dentro del cual aparece. Implica conocimiento más o menos adecuado a la realidad. La descripción presenta todos aquellos puntos que unen circunstancias - problema en relación con la investigación. Cuando se describe un problema se hace ambientación de todas aquellas características que presentan incidencia en el tratamiento del problema.

El reconocimiento de una situación problemática proporciona un punto de partida, pero antes es necesario aislar, pensar y aclarar los hechos que originan el problema. El investigador debe determinar límites razonables, para lo cual puede descomponer la pregunta original en varios interrogantes secundarios.

Cuando el investigador describe su problema presenta los antecedentes del estudio, las teorías en las que se basó y los supuestos básicos en los que se apoya el enunciado del problema. Debe aclarar en particular qué personas, situaciones, materiales, factores y causas serán consideradas o no. Un enunciado completo del problema incluye todos los hechos, relaciones y explicaciones que sean importantes en la investigación. Hay que encuadrarlo en un enunciado descriptivo o en una pregunta que indique con claridad qué información ha de obtener el investigador para resolver el problema.

El flujo del planteamiento del problema pone de manifiesto la necesidad que existe de conectar una dificultad específica con una serie de dificultades. Para determinar una dificultad específica en su localización espacio-temporal dentro de la complejidad de una situación problemática, se debe ir seleccionando los diversos aspectos que inciden en ella; es decir, individualizar los puntos de conflicto en la forma más correcta posible. (Ver figura J).

Ante una dificultad problemática de posible investigación hay que ser plenamente objetivo; es necesario tomarse el tiempo suficiente para entender y comprender la complejidad de la dificultad. Conociendo el contexto o circunstancias en las cuales aparece la dificultad se puede llegar a determinar los factores de la realidad del problema y así describirlo y formularlo adecuadamente. Es decir, las circunstancias presentan el contexto en el cual aparece la dificultad, y ésta da origen y orienta al problema. Por ello, el problema es la relación existente entre dificultad y circunstancia.

Una vez concretados los puntos del conflicto conviene juzgarlos, no desde

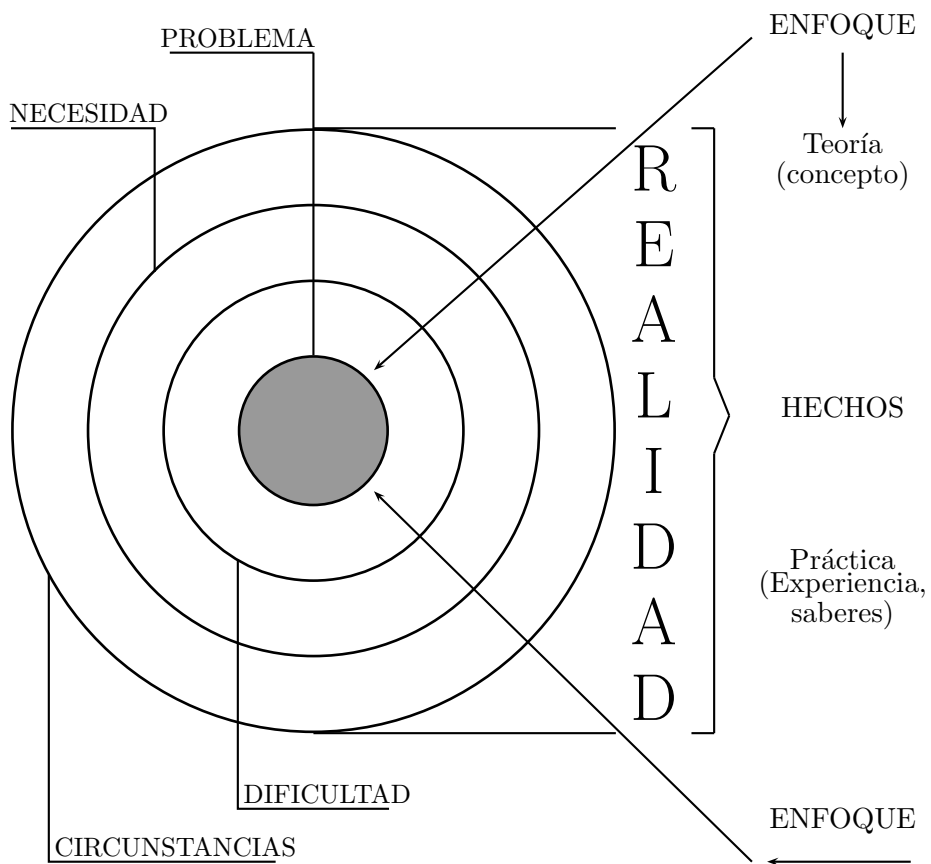


Figura 5.1: Descripción del problema

el punto de vista de si son buenos o malos, sino en relación con la dificultad que se estudia. No se trata de valorar la dificultad sino de enfrentarse a ella; conviene por tanto mirar los puntos del conflicto en razón de su proyección de los problemas de investigación. Un punto de conflicto es la situación de dificultad ante la que pueda uno encontrarse; no es un problema investigable a no ser que haya duda acerca de la solución que conviene aplicar.

Si ya se tiene o se ha determinado el modo como hay que resolver el conflicto, no es necesario investigar más; es decir, si obteniendo en la investigación el resultado que sea, se va a tomar al final una decisión predeterminada inicialmente, ¿qué sentido tendrá la investigación?

Para que sea un problema investigable, un punto de conflicto ha de implicar la existencia y conocimiento de dos posibles soluciones o más, entre las que no hay una preferencia específica, pues, de existir ésta, ¿qué fin tendría la investigación?

Siempre para que un punto de conflicto sea un problema investigable, habrá que encontrar diversas soluciones posibles y tener una duda razonable sobre cuál es la mejor; es decir, una duda que nos prepare para admitir que la solución mejor es una de la cual no habríamos sospechado al principio y cuya presencia resultó de la investigación.

Detectado el punto de conflicto y sus posibles soluciones, y si se presenta duda razonable sobre cuál será la mejor, se estará frente a un problema investigable. Por tanto, después de afrontar situaciones de dificultad y de haber conocido diversos aspectos y observado su contexto, debemos procurar detectar uno o más problemas investigables. Al identificar el problema investigable adquirimos un conocimiento nuevo frente a la situación de dificultad, y ese conocimiento encauza hacia la solución del conflicto planteado por la dificultad.

El investigador tiene que llegar a conocer mejor en su conjunto la situación de dificultad que aquellas personas que están dentro de ella. En este sentido es fundamental la experiencia en el terreno o ciencia sobre la cual se va a investigar.

Muchas veces ocurre que los problemas no son investigables, es decir, se encuentran demasiado confusos debido a que la situación de dificultad es extremadamente complicada, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, hasta el punto que se hace imposible plantear un problema investigable.

En relación con la descripción y análisis de una situación problemática, se sugiere tener en cuenta los siguientes aspectos:

- (a) Reunir los hechos en relación con el problema.
- (b) Determinar la importancia de los hechos.

- (c) Identificar las posibles relaciones existentes entre los hechos que pudieran indicar la causa de la dificultad.
- (d) Proponer explicaciones de la causa de la dificultad y determinar su importancia para el problema.
- (e) Encontrar, entre las explicaciones, aquellas relaciones que permitan adquirir una visión más amplia de la solución del problema.
- (f) Hallar relaciones entre hechos y explicaciones.
- (g) Analizar los supuestos en que se apoyan los elementos identificados.

5.7.2. Elementos del problema

Son elementos aquellas características de la situación problemática imprescindibles para el enunciado del problema; es decir, sumados los elementos del problema se tiene como resultado la estructura de la descripción del problema.

Para poder abarcar la búsqueda de una solución a un problema, el investigador debe precisar la naturaleza y las dimensiones del mismo. Para ello, se requiere reunir datos que se puedan relacionar con el problema y posibles explicaciones del mismo.

Para que la lista obtenida de los elementos del problema adquiriera verdadero significado, el investigador procurará hallar las relaciones que existen entre los hechos, por una parte, y entre las explicaciones por la otra, y tratará de relacionar aquellos con éstas.

Después de enumerar los elementos que considere más importantes y de procurar hallar las relaciones existentes entre ellos, el investigador buscará datos que le permitan confirmar sus hallazgos, verificar la exactitud de sus conclusiones y determinar si no existen otros hechos, explicaciones y relaciones.

Luego de incorporar nuevos datos a la lista de elementos y eliminar los que considera carentes de importancia, el investigador realizará un profundo examen de los supuestos en que se basan los hechos, explicaciones y relaciones halladas.

5.7.3. Delimitación del problema

La identificación y clara delimitación de un problema no es fácil de conseguir pues no existen reglas para ello en la misma forma que sí existen, por ejemplo, para el análisis de datos. El acto mismo de inventar o descubrir un problema para investigación escapa al análisis lógico. Sin embargo, pensar

verdaderamente un problema determinado que sea teóricamente significativo y en principio investigable, puede convertirse en una empresa de reflexión muy cuidadosa que no suele emprenderse si un mínimo de vocación.

Sin embargo, ayuda considerablemente en esa difícil tarea la familiaridad del investigador con teorías y conocimientos de su ciencia en general, y en particular con el cuerpo de conceptos y observaciones pertinentes al área que investiga.

Pero, también deberá poseer suficientes conocimientos sobre la lógica de las inferencias probables, a fin de sortear con éxito las falacias de las generalizaciones inválidas. La familiaridad con investigaciones de reconocido valor científico es particularmente indispensable pero no suficiente desde luego, si se desea ir más allá de la simple copia o replicación de trabajos ya realizados. Éstos son útiles, entre otras cosas, para mostrar cómo se armó teóricamente un problema de investigación, esto es, cómo se lo relaciona con un cuerpo de conocimientos y teorías previos, cómo se diseñó la investigación del problema así formulado, cómo se analizaron los datos y cómo se interpretaron los resultados y quedaron planteados nuevos problemas para subsecuente indagación.

Es imperativo pues que el problema se delimite con claridad, para lo cual importa señalar exactamente qué aspecto o conjunto de aspectos específicos se desea investigar y las razones teóricas (o prácticas) por las cuales se aspira a ello. Esta precisión puede hacerse en forma de preguntas muy bien determinadas en su contenido sustantivo y en su alcance significativo.

En contra del sentido común, debe insistirse en que la formulación de un problema de investigación implica lógicamente un concepción previa de la naturaleza de la realidad y la índole conceptual del problema. Aún las encuestas más generales y descriptivas realizadas con fines administrativos, tales como los censos nacionales de población, se preparan y realizan teniendo en cuenta que la información obtenida tendrá significación y utilidad para determinados fines; y esta consideración pragmática es por sí misma un principio conceptual.

5.8. Formulación del problema

Una vez hecha la descripción de las circunstancias en las cuales aparece la dificultad que da origen al problema viene la elaboración o formulación del mismo, cuya primera etapa consiste en reducirlo a términos concretos y explícitos. En esta fase la definición es el paso más importante y debe realizarse sobre cada uno de los elementos que se han identificado en el problema. La definición consiste en la declaración en forma clara y precisa

de los diversos elementos del problema, así que queden bien precisados al igual que sus relaciones mutuas. La formulación presenta el objetivo fundamental del estudio en sus dimensiones exactas, mediante una exposición formalmente explícita, indicando por medio de ella qué información debe obtener el investigador para resolver el problema.

Es preciso tener en cuenta que esta información surge de un análisis previo del problema que contiene los siguientes elementos: variables o aspectos principales que intervienen, relaciones entre dichos aspectos y argumentos (o teorías) que justifican esas relaciones.

El enunciado por medio del cual se plantea inicialmente un problema puede expresarse en una de dos maneras: una pregunta, o una exposición o descripción. La forma interrogativa es más simple y directa que la forma descriptiva y se considera muy indicada cuando el problema no requiere de un amplio y complejo enunciado.

La formulación de un problema asume generalmente la forma de una pregunta, de algún interrogante básico cuya respuesta solo se podrá obtener después de realizada la investigación. Determinar con claridad y exactitud tales interrogantes es esencial y difícilmente puede exagerarse la importancia de esta tarea, ya que las preguntas no pueden ser de cualquier clase. Si la pregunta es oscura, imprecisa o poco congruente, resultará imposible encontrarle una solución que sea más clara o menos confusa que ella misma. No en vano se dice que formular correctamente un problema es alcanzar ya la mitad de su respuesta.

Los problemas de investigación deben plantearse y formularse sobre un trasfondo; deben partir de datos comprobados y deben poder incluirse en un sistema de problemas, para lo cual es forzoso que en su formulación no haya contradicción lógica.

En todo esto, no hay que desestimar que los datos se obtienen a la luz de alguna teoría y con la esperanza de concebir hipótesis. Si la exposición del problema no sugiere hipótesis, el investigador no ha formulado adecuadamente el problema para la investigación.

Por otra parte, al formular el problema se hace su presentación oracional, lo cual constituye una síntesis del mismo. Para que la formulación sea correcta se debe presentar el problema de tal manera que su verificación empírica (su existencia real) sea posible.

Una formulación de esta clase: “Se busca evaluar en un nivel general, o en una primera aproximación, si la contaminación del río Bogotá tiene relación con las actividades industriales en las áreas aledañas a la ciudad”, es incorrecta, dada su vaguedad, ya que contiene términos de significación imprecisa, connotaciones que el habla ordinaria puede otorgarles y además

no reviste utilidad por carecer de referentes empíricos que permitan verificar una situación concreta, real, que singularice una necesidad por resolver.

Un enfoque más concreto de la situación o problema por estudiar podría presentarse así: “Factores de contaminación industrial del río X en un sector aledaño a la planta de curtiembres de la empresa Y ”. Otro ejemplo de formulación de un problema bien estructurado sería: “Cuál es la relación entre la dieta del arroz descascarado y la incidencia del beriberi en una población X ?”

Otro ejemplo de formulación descriptiva bastante útil: “El propósito de esta investigación es conocer el grado de adaptación a la hospitalización de niños que reciben instrucciones previas acerca del dolor, en comparación con aquellos no las reciben”.

Todas las anteriores constituyen formas concretas -aunque no las únicas- de formular problemas de investigación. Hay que evitar lo que ocurre con frecuencia al investigador principiante, cuya formulación de los problemas no es clara y el dominio de la realidad a que se refiere está expresado de tal manera que no le permite especificar las observaciones que debe realizar. De lo anterior se desprende que, al enunciar un problema se debe también ofrecer definiciones adecuadas de los conceptos que se están utilizando. Deben evitarse objetivos muy generales y, en el caso de enunciar varios (los objetivos específicos), deben estar estrechamente relacionados entre sí y con el objetivo general básico.

5.8.1. Formulación del problema central y sus conexos

Durante el proceso de planteamientos preliminares, el problema del conocimiento se ha ido desplegando en un conjunto amplio y crecientemente preciso de interrogantes: la culminación de esa exploración consiste precisamente en la formulación científica del problema.

Por una parte, *formulación científica* es aquella que ha sido examinada en la perspectiva de su potencia heurística; es decir, aquella que orienta de una manera más productiva la dirección de la búsqueda. Por otra parte, *formulación científica* es aquella cuyas interrogaciones explicitan todos sus elementos relevantes y las condiciones en que podrán ser solucionadas.

Examinemos un ejemplo de formulación de un problema sobre la capacidad del niño pequeño para comunicarse:

El cambio en el entorno social del niño al momento de nacer un hermano, es profundo: las relaciones con sus padres se alteran de un modo radical, y se encuentran frente a alguien que no sólo es un rival por el cariño y atención de aquellos, sino que, a diferencia de los adultos que conocen no está preparado sensiblemente para entender y responder a él. ¿Cómo

se puede relacionar con alguien que es de veras humano, pero en ningún sentido sofisticado desde el punto de vista cultural, alguien que expresa angustia, satisfacción, excitación, y que, sin embargo, se comunica de forma tan distinta a la del adulto?. ¿Cómo responde el niño pequeño a un cambio que implica una reorientación importante de su comprensión del modo de ser de las otras personas y de las razones de su comportamiento? (Judy Dunn y Carol Kendrick 1986).

El texto es suficientemente elocuente respecto de la habilidad de las investigadoras para explicitar las relaciones que vinculan su problema con otras cuestiones implícitas.

Tesis central de esta formulación es: *si no sabemos cómo se comunica un niño con una persona que tiene menos recursos que él, no conocemos entonces la amplitud real de sus habilidades comunicativas*. El poder heurístico del problema formulado consiste en que las investigadoras logran aislar, entre los múltiples contextos de interlocución que puede tener un niño pequeño, aquel que mejor permite poner de relieve la competencia del niño. Ese contexto es el que se produce cuando el niño interacciona con un niño aún menor.

En esencia, el problema queda rigurosamente formulado cuando se explicitan las relaciones específicas en las que se torna más potente para producir la respuesta: la capacidad del niño para comprender y relacionarse como el ser humano con otro ser humano sin seguir fundamentalmente índices culturales.

Esta capacidad de aislar el mejor contexto para interrogar allí al objeto de estudio no puede ser pautado metódicamente; por tanto, es de gran utilidad poner por escrito todas las formas posibles de interrogación que expresen las maneras como se ha llegado a comprender el problema con los restantes elementos del contexto en que aquel aparece. El examen de los interrogantes logrados podrá permitir una evaluación de las mejores aproximaciones a una buena formulación. Posteriormente, se puede proceder a reagrupar y resumir dichos interrogantes alcanzando unas pocas fórmulas que expresen de manera depurada el sentido del problema científico planteado, manera más potente de interrogar al objeto.

El problema queda formulado cuando se logra expresar mediante fórmulas que exponen *en detalle* cuáles son los hechos, nexos o procesos que siguen siendo aún desconocidos o contradictorios o paradójicos en un cierto campo de objetos.

5.8.2. Importancia de la pregunta en un problema

La mayoría de las veces las investigaciones se inician con preguntas, pero lo difícil es hacer buenas preguntas de investigación. Las buenas preguntas deben tener dos características: que se puedan contestar y que aporten algo nuevo con su respuesta.

Cualquiera que sea la naturaleza de un problema pueden distinguirse en él, entre otros aspectos, el acto de preguntar como aspecto puramente psicológico y la expresión del problema mediante un conjunto de sentencias interrogativas como aspecto lingüístico.

Partiendo del supuesto de que un problema es un interrogante, o sea un “hacer preguntas” sobre muchos aspectos que se desea conocer, los investigadores y los científicos acostumbran a reducir las formas y los procedimientos para formular y resolver un problema al arte de preguntar y responder preguntas. Algunos llegan a confundir el problema con la pregunta, olvidando que el primero es el objeto de la investigación y la pregunta uno de los medios para alcanzar estos fines que nos proponemos. De ahí surge la idea de que todo problema debe ser inevitablemente una pregunta y debe reducirse a ella, aunque se olvida que en la práctica el problema no siempre es una pregunta.

En cada problema existen numerosos interrogantes explícitos e implícitos, además de numerosos antecedentes e información que sirven para condicionar y orientar el curso de un estudio, y, como consecuencia, la solución del problema. Así pues, el carácter interrogativo y el acto de preguntar es de enorme utilidad en el momento en que se enuncia o se propone una alternativa de problema.

Como se indicó antes (lógica de problemas) un problema se genera en una función proposicional a la que se le aplica el operador “?” una o más veces, y no hay que olvidar que no se pueden lograr respuestas determinadas si no se formulan preguntas también determinadas. Ha de tenerse en cuenta la invalidez de los problemas de decisión, es decir, aquellos cuya solución es un simple “SI” o un simple “NO”; este tipo de problemas son casos especiales de problemas sobre individuos o circunstancias; por ejemplo: “Es P verdadero? cuya solución exacta requeriría infinito número de pasos y es, por tanto, inalcanzable. Un problema puede estar bien formulado pero tener un fondo vagamente indicado, o tenerlo defectuoso como en el ejemplo de la pregunta que se acaba de citar, ya que puede obviamente ser falso en un sistema y verdadero en otro.

El solo plantear presupone nuestra propia existencia y el preguntar acerca de las cosas presupone, por lo menos, la posibilidad de que existan y la posibilidad de que las conozcamos en alguna medida. Como no hay pregunta

sin un trasfondo y como éste puede constar de falsedad o de ideas debatibles, la aceptación ingenua de una pregunta sin examinar su trasfondo no tiene más valor que la aceptación ingenua de una respuesta sin examinar su fundamento.

La concepción defectuosa de una pregunta (pensar una pregunta con un trasfondo errado o indeterminado) puede lanzar la investigación por una vía estéril. La pregunta origina la investigación, y, por tanto, ninguna investigación puede partir de la nada; la pregunta fija derroteros para iniciar la búsqueda bibliográfica, ayuda a escoger sistemas (técnicas) para toma de datos y dice cuáles hay que tomar (pertinencia y relevancia) dado el alcance de la investigación, o sus límites. Con respecto a esto último, lo más frecuente es encontrarse en alguno de estos dos casos:

- a) se tienen muy pocos datos, lo cual exige complementar la información o buscar una solución aproximada, y
- b) se tienen demasiados datos a la luz de la nuevas hipótesis o teorías.

5.8.3. Las preguntas de respuestas **Si, No**

¿Por qué no es útil en investigación formular un problema mediante el uso de preguntas cuyas respuestas son de la forma “SÍ”, “NO”? Simplemente, las ciencias -especialmente las ciencias fácticas, que tratan con experiencia- tratan con problemas e hipótesis que deben ubicarse en el terreno de lo resoluble, de lo material. Es decir, los problemas deben ser *resolubles* y las hipótesis *comprobables*. Y un problema es resoluble si, y solo si, es posible proponer una hipótesis comprobable como una tentativa de solución al mismo; algo comprobable debe permitir llegar a obtener datos empíricos sobre la base de una práctica; esos datos soportarán la comprobación empírica de los conocimientos, que es la esencia de las ciencias empíricas.

Un problema es resoluble si se pueden plantear razones empíricas, es decir, basadas en “experiencias fácticas”, que un simple SI/NO, no pueden suministrar. Responder un interrogante con un “SÍ”, o con un “NO”, significa incorporar a la solución *valores absolutos*, con lo cual se resta al conocimiento su carácter dinámico y se le asigna a cambio uno radical, estático, que lo coloca fuera de toda posibilidad de comprobación. La tendencia moderna es pues a responder a la solución de un problema con valores de probabilidad, lo que a su vez da al investigador pautas para elaborar hipótesis en forma de proposiciones comprobables, que indican o plantean una afirmación (o una negación), también comprobable, de una relación potencial entre dos o más variables.

En el marco de todas estas consideraciones, vale la pena recordar con mucha precisión que una *hipótesis* es “una proposición que relaciona conceptos empíricamente observables, o que pueden ser reducidos a referentes empíricos, es decir, enunciados fácticos generales, susceptibles de ser verificados”.

Las proposiciones de la clase “SÍ”, “NO”, como respuestas (hipotéticas) a los interrogantes generados por un problema, no son susceptibles de verificación empírica dado que no ofrecen ningún contenido fáctico, es decir, no refieren a elementos (o hechos) del problema que sean *medibles y observables*.

Ese tipo de respuestas no establece la posibilidad de relaciones causa-efecto, o antecedente-consecuente, ni descripciones que en sus enunciados planteen supuestos que detallan el fenómeno en su existencia, estructura, función o relaciones.

En fin, en esta clase de respuestas (sí, no) parecen interesar más las condiciones del sujeto que las formula (su psiquis, o estado de ánimo hacia el problema), que la reconstrucción lógica en su pensamiento del desarrollo del trabajo.

5.8.4. Preguntas del por qué y el cómo

Las preguntas que nos hacemos están muchas veces determinadas por nuestros intereses y condicionadas por los conocimientos que ya poseemos. De estos dos factores depende también la clase de respuesta que habremos de obtener y juzgar satisfactoria. El individuo pensante formula su pregunta desde un punto de vista dado, determinado por el contexto de su propia experiencia que incluye aquellas creencias sostenidas amplia y firmemente por la sociedad.

Ciertos hábitos de pensamiento, ciertas preferencias personales, ciertas actitudes emocionales, combinados con lo que el pensante realmente sabe, determinan que éste se pregunte: “¿por qué esto ocurre así?” y también que acepte la respuesta: “porque tal o cual cosa”. Puesto que la ciencia es un intento de descubrir el orden de los acontecimientos naturales o de atribuirles un orden al cual son susceptibles, cualquier sistema que logre ordenar los hechos puede parecer aceptable; pero su aceptabilidad dependerá del clima de opinión. El pensador medieval tenía su propia manera de ordenar su universo; su tipo de orden era intencional; concebía que los sucesos naturales tenían lugar de acuerdo con los decretos de Dios, de tal suerte que todo lo que acontecía guardaba una relación esencial con el destino divinamente ordenado del hombre.

La naturaleza, así considerada, era a un mismo tiempo ordenada e inte-

ligible en términos de un propósito. Desde este punto de vista, a la pregunta “¿por qué?”, la respuesta correcta sería: “porque el resultado es *valioso*”. El recurrir al valor es final; señala la terminación del propósito.

En el comienzo del período científico, el énfasis se pone en la diferencia entre *¿por qué?* y *¿cómo?* Se insiste en que la segunda pregunta es la única adecuada acerca de los acontecimientos en la naturaleza. Esta es la actitud científica reciente. La pregunta “¿por qué?”, es decir, “¿para qué propósito?”, es la pregunta adecuada cuando nos interesan la agencia personal, divina o humana, y la operación de los motivos.

Cuando preguntamos “¿cómo?”, no hay referencia a un propósito; por lo tanto, el valor es no pertinente. Podría suponerse que las preguntas de que se trata son tan diferentes que nunca se confundirían la una con la otra, así que la primera (¿por qué?) siempre estaría confinada a las acciones y la segunda (¿cómo?) al acontecer de los sucesos naturales. Pero no siempre es fácil mantener la distinción entre estas preguntas, confinando cada una a su propia esfera, y en la ciencia conviene resolver estos dos en el simple interrogante de ¿cómo ocurre esto o aquello?

5.9. Clasificación de problemas

Muy diversas son las clases de problemas que a diario se nos presentan o que nos proponemos por curiosidad o vital necesidad. Unos son *prácticos* y se originan en las múltiples urgencias que, como seres vivos o como personas, tenemos que satisfacer para adaptarnos al complejo y cambiante mundo de hoy. Otros, son problemas que tienen más relación con nuestra intelectual curiosidad por comprender el mundo y develar los principios que regulan la naturaleza; son éstos los problemas *teóricos*, de simple conocimiento, los cuales atraen nuestra inquietud y curiosidad sin preocupación pragmática inmediata, pero que, una vez resueltos nos ayudan a solucionar los de orden práctico que a diario nos acosan.

En cuanto a su solución, un problema se puede considerar como *resoluble* o como *irresoluble*. Un problema resoluble es aquel cuya solución puede ser verificada; por ejemplo: ¿Cuáles serían las condiciones químicas del suelo favorables para la producción de palma en las terrazas altas del piedemonte llanero? Un problema irresoluble es aquel que plantea una pregunta cuya respuesta no es posible, por estar mal estructurada y planteada de manera vaga, y por no poder obtenerse datos pertinentes para la solución propuesta; por ejemplo: ¿Las plantas fueron creadas?

También pueden clasificarse los problemas como de *objeto* y de *procedimiento*. Los problemas de objeto se refieren a las cosas y pueden presentarse

como:

- (a) Problemas *empíricos*, cuya solución exige operaciones basadas en la experiencia y además el ejercicio del pensamiento. En su solución no se requiere necesariamente la experimentación. Ejemplo de esta clase de problema: averiguar cuál es el efecto de una droga sobre la memoria.
- (b) Problemas *conceptuales*, en los cuales solo hay trabajo intelectual. Ejemplo de un problema conceptual, averiguar qué se entiende por memoria.

Los problemas empíricos se mezclan con problemas conceptuales y no se caracterizan por una falta total de consideraciones teóricas en su planteamiento y manejo, sino por la presencia de operaciones empíricas en el curso de su resolución.

Los problemas de procedimiento se refieren al modo de conseguir información de las cosas y al conocimiento en general. Dentro de los problemas de procedimiento se agrupan los problemas metodológicos y los problemas valorativos.

5.10. Sugerencias para plantear el problema

Normalmente, un problema se plantea después de haber considerado y hablado sobre un tema que se ha venido estudiando, es decir, que se ha explorado suficientemente y que es del dominio general en el mundo de los científicos.

Sin embargo, no hay que caer en la conducta ingenua de tomar equivocadamente el tema como problema. El astrónomo W. Herschel habría incurrido en 1783 en una indagación innecesaria si hubiese pretendido investigar acerca de si las estrellas tienen o no movimiento propio, pues, para ese entonces, él mismo ya se atrevía a afirmar que “ya no se debe admitir la existencia de estrellas fijas, puesto que los principios derivados de la teoría de atracción se oponen a toda idea de reposo absoluto”. El mismo señaló también que al admitirse “de manera general el movimiento propio de las estrellas, nadie podrá negar que también el Sol con todos sus planetas y cometas está propenso a esa agitación general de todos los demás cuerpos celestes”.

¿Cuál fue entonces el problema que preocupó a Herschel, dado que los temas y hechos considerados eran del dominio general en el ámbito de la ciencia?

Fue, según el investigador mismo, "... cómo distinguir el movimiento propio del Sol entre tantos otros (y variadamente compuestos) movimientos de las estrellas"; este es el momento en que aparece para Herschel, y lo plantea, un problema que se propone investigar. Esto enseña pues, de manera muy práctica, lo siguiente:

- (a) Una cosa es el tema y otra el problema. Este último es el enunciado concreto donde se presenta el planteamiento de la dificultad cuya solución es considerada como la más importante en la investigación que se inicia. El *tema* es el área de conocimientos dentro de la cual se enmarca la investigación.
- (b) Antes de presentar el problema es conveniente recordar los antecedentes (no la teoría), es decir, la situación en que se encuentran los estudios de esa área del conocimiento.
- (c) El problema debe plantearse de manera que sea evidente el objetivo pretendido.

Es indispensable, pues, tomar las precauciones necesarias para que el planteamiento del problema sea lo más correcto posible. He aquí seis reglas básicas:

1. *El problema propuesto debe ser un problema de interés.* El interés puede provenir de dos fuentes:
 - a) Si la solución del problema contribuye a ampliar una investigación que está en proceso, será interesante.
 - b) Si se trata de una investigación independiente, el problema interesará si su solución nos conduce al logro de los objetivos propuestos. En el caso de Herschel, de nada serviría enfilarse a descubrir la composición del sol.
2. *El problema debe ser auténtico.* En otras palabras, hay que evitar los seudoproblemas, es decir, aquellos que más bien parecen ser juegos de palabras, como éste: Si el peluquero M está encargado de afeitar a todos los peluqueros que no se afeitan a sí mismos, ¿podrá afeitarse a sí mismo?
3. *El problema debe ser coherente en su planteamiento.* Hay ocasiones en que la incoherencia salta a la vista; por ejemplo, ¿podrá una fuerza extraordinariamente grande mover una piedra inamovible? En otras ocasiones la incoherencia se puede deber a que haya contradicción entre la posible solución y algunos conceptos previamente establecidos.

4. *Debe haber precisión en el planteamiento.* La precisión debe ser doble: por una parte, quedar clara la idea de fondo o el área a la cual pertenece y, por otra, debe ser preciso el aspecto o aspectos que se pretende investigar.
5. *El problema debe estar ubicado correctamente.* En la investigación puede haber varias fases, por ejemplo, interpretación, metodología, etc; si el problema es de metodología, deberá ser presentado cuando de esto se trate, y así con los demás problemas.
6. *El problema debe tener implicaciones comprobables.* Si se pretendiera solucionar un problema como éste: ¿Cuál será el número total de hojas que tienen los árboles en la ciudad de Pereira el día de hoy?, el investigador se vería en dificultades muy serias para su comprobación.

5.11. El problema en investigación aplicada

La investigación emprendida con el propósito específico de obtener información para ayudar a resolver un problema definido se conoce como Investigación Aplicada. Sin embargo, no es necesario que los resultados (los nuevos conocimientos) resuelvan de hecho el problema que dio origen al proyecto, aunque es de esperar que lo hagan, pero sí es necesario que la investigación esté orientada hacia un problema específico. En un trabajo de esta naturaleza, cuyo objetivo práctico plantea principalmente algún tipo de conocimiento inmediatamente pragmático, orientado según fines y valores utilitarios, y por el interés de acciones inmediatas tendientes a modificar la realidad con fines de bienestar, el problema debe caracterizarse por los siguientes aspectos:

1. Ha de reflejar una necesidad sentida que surge de una tensión social, un conflicto, fracaso, incidente probable, o acaso una falta de conocimiento. Se espera que la necesidad quede sujeta a cambios como resultado del proceso investigativo.
2. No debe ser hipotético; debe fundamentarse en hechos reales, de tal modo que clarifique cuáles de ellos son verdaderos y aceptables y conducen a la exposición del problema.
3. Debe sugerir hipótesis significativas y susceptibles de contrastación empírica. Cuando no hay evidencias de hipótesis susceptibles de prueba, no existe un problema de investigación o éste no ha sido bien formulado.

4. Debe ser relevante y manejable. Demasiada ambición (abarcando problemas muy generales, amplios, o que contengan numerosos elementos problemáticos), falta de precisión adecuada o inexperiencia hacen los problemas inmanejables. El manejo del problema está condicionado no solo por la familiaridad que el investigador tenga con teorías y conocimientos de su ciencia y en particular con el cuerpo de conceptos y observaciones pertinentes al área que investiga, sino por los recursos de tiempo, humanos, físicos, etc. Hay que tomar en cuenta este punto, ya que el estudio de problemas difíciles de manejar bajo determinadas circunstancias, termina frecuentemente en resultados superficiales, inconsistentes o imprecisos, de casi ninguna contribución.
5. Debe diferenciarse de la situación problemática. Una situación problemática genera varios tipos de problemas, investigables o no, que pueden tener diferentes grados de prioridad o importancia. En el caso de la investigación aplicada es vital la descripción clara de la situación problemática y se espera que el investigador, debido a su preparación, estará en capacidad de detectar las características técnicas de un problema, por lo cual es parte de su responsabilidad el conocer los síntomas con amplitud y diagnosticarlo con la precisión debida.

5.12. Un epílogo sobre el problema

El investigador moderno no es tanto un acumulador de conocimiento sino un generador de problemas. La investigación puede nacer allí donde aparece un problema y es menester hacer conciencia en que los problemas de la ciencia son parciales y por consiguiente lo son también sus soluciones. Al comienzo los problemas son estrechos, o es preciso estrecharlos, aunque a menudo lo más difícil es distinguir cuáles son en realidad los problemas investigables.

La identificación y clara delimitación de un problema con miras a su investigación científica no es cosa fácil de conseguir, pues no existen reglas para ello; el acto mismo de inventar o *descubrir un problema* es algo que escapa al análisis lógico. Sin embargo, pensar verdaderamente un problema determinado en forma teóricamente significativa y que en principio sea investigable, puede convertirse en una empresa de reflexión muy cuidadosa y que no suele emprenderse sin un mínimo de vocación.

La actitud problematizadora caracteriza a toda actividad racional y son tareas del investigador tomar conocimiento de problemas que otros pueden haber pasado por alto, insertarlos en un cuerpo de conocimientos, e

intentar resolverlos con el máximo rigor, y, primariamente, para enriquecer el conocimiento.

La simple curiosidad no engendra problemas, ya que surgen entonces problemas respecto a procedimientos disponibles y problemas metodológicos. Tampoco basta con tener una técnica para la resolución del problema: es necesario poseer también un conjunto de datos. Pero, aunque la posesión de un acervo de datos, técnicas y teorías es necesaria para plantear y atacar un problema científico, no es suficiente; hay que estar razonablemente seguro de que se es capaz de reconocer la solución una vez que se la ha encontrado. Será necesario estipular por anticipado qué clase de solución va a considerarse adecuada y qué clase de comprobación de la solución propuesta se considerará satisfactoria; de no ser así, es fácil enfrascarse en una investigación estéril o en una discusión sin fin.

Para que la investigación científica sea fecunda hay que añadir una condición de orden psicológico muy importante, a saber, que el problema sea interesante para el investigador y que éste se encuentre bien equipado para estudiarlo; ello requiere una familiaridad previa con las motivaciones científicas cognoscitivas -no personales- del problema. Ahora bien, la familiaridad con el planteamiento de problemas y el desarrollo de una sensibilidad al respecto, dependen tanto de las tendencias del individuo como del estado de la ciencia por la cual se interesa; y esto se caracteriza, no sólo por los logros, sino también por las tendencias y modas del momento.

A este respecto, e infortunadamente, se registra un elemento de superficialidad dictada por la moda, pues la mayoría de la gente gusta de estar al día, no sólo en cuanto a conocimientos sino también respecto de temas mismos. Esto ya no es nada razonable, porque induce un clima de subestimación y consiguientemente la falta de apoyo a una investigación seria pero que no esté de moda. Frente a esta situación, hay que considerar seriamente que el valor de los problemas y de las investigaciones en ellos originadas no depende de los muchos o pocos que los apoyen en un momento dado, sino de los cambios que su estudio podría imponer a nuestro cuerpo de conocimientos.

No se conocen condiciones necesarias que garanticen la fecundidad de un problema, pero todo problema de investigación, si se estudia seriamente, dará algún fruto, antes o después.

Qué viene después de la solución de los problemas? Podría decirse que lo más probable es que el investigador mismo u otra persona suscite inmediatamente, o poco después, toda una nueva serie de cuestiones problemáticas, dudas o inquietudes relacionadas con la resuelta. La investigación es una cadena que se sostiene gracias al carácter imperfecto y sistémico del cono-

cimiento científico: las soluciones obtenidas pueden mejorarse y provocar correcciones en el conocimiento anterior, y a su vez suscitar enteras líneas nuevas de investigación.

Si los problemas considerados se proclaman resueltos, no puede haber nada que progrese. El progreso humano depende cada vez más del *investigador que libremente busca problemas*, que del sabio que no conoce más que soluciones ya listas; por eso, el reconocer que son los problemas los que como fuente inagotable de ideas mantienen en movimiento los procesos de investigación, debe modificar las corrientes de pensamiento y de concepción de la misma, centradas hoy más sobre los datos que sobre lo buscado.

Una organización inteligente de la ciencia, lejos pues de exigir resultados inmediatos, impulsará la investigación de todo problema bien formulado que haya surgido en la imaginación de un investigador competente.

Apéndice A

La investigación científica en biología

Las Ciencias Naturales tienen por campo de estudio los objetos y fenómenos que conforman la naturaleza. Junto con las ciencias sociales se clasifican hoy como ciencias empíricas, es decir, que sus objetos de estudio se refieren a hechos o fenómenos del mundo que nos rodea.

Producto del desarrollo de las ciencias naturales, la humanidad conoce y aplica regularidades determinadas que rigen el movimiento y el desarrollo de la naturaleza y que se conocen como las leyes de la naturaleza.

La naturaleza está constituida por la materia en sus diferentes niveles de existencia: la materia física, la materia química y la materia biológica (o materia viva). A cada forma de existencia de este movimiento material corresponden leyes determinadas y precisas pero interrelacionadas: son las leyes de la química y la biología.

El hombre ha ido descubriendo e investigando a través del tiempo la constitución y funcionamiento de la naturaleza, pero todavía hay mucho por conocer, determinar y aplicar. Ello explica la necesidad de investigar en forma permanente en este campo ya que es sobre la base de su conocimiento que podemos conservar la naturaleza.

Las Ciencias Naturales se plantean dos objetivos principales:

1. Descubrir la esencia de los objetos y fenómenos de la naturaleza, conocer sus leyes y prever sobre su base los nuevos fenómenos.
2. Señalar las posibilidades de aplicar en la práctica las leyes y conocimientos sobre la naturaleza.

En este segundo objetivo se establece una relación intrínseca entre las Ciencias Naturales y la Ingeniería (Ciencias Técnicas), las cuales a través

de sus propios métodos, especialmente del proyecto de ingeniería, hacen el tránsito del conocimiento básico a la técnica y al proceso.

Las ciencias naturales que se conocen hoy son la Biología, la Química y la Física, como ciencias particulares básicas. De ellas se derivan muchas ciencias y disciplinas específicas, algunas de las cuales se entrelazan con otros campos del saber.

Las ciencias naturales como ciencias fácticas, comparten no sólo los objetivos generales antes mencionados sino -en gran medida- métodos, técnicas y procedimientos de investigación, los cuales permiten en conjunto indagar la conexión sistemática de la naturaleza, en el todo y en sus partes, sin cerrar el sistema de conocimientos sobre ella. Como ciencias empíricas, las ciencias naturales exploran, describen, explican y formulan predicciones sobre el mundo que nos rodea.

La investigación científica en Biología

La investigación en Biología es un proceso que está orientado a la producción de conocimientos sobre lo vivo, interpretando lo vivo, como una forma altamente especializada del movimiento de la materia, regida por sus propias leyes. El conocimiento de esas leyes es precisamente el objeto principal de estudio de la Biología.

La investigación en Biología ha pasado de las simples teorías de aproximación a la comprobación directa; de la descripción pasiva a la formulación de experimentos, hipótesis y teorías.

Su campo de acción es tan amplio que ha tenido que diversificarse en disciplinas específicas que abordan su objeto general de estudio por alguno de sus aspectos.

Esta situación exige llamar la atención sobre cómo el desarrollo de la biología puede llevar a los especialistas al peligro de la formación de conceptos muy parciales sobre lo vivo si no se teorizan y generalizan los conocimientos que son producto de los procesos parciales de la investigación biológica. Este intento de generalizaciones es lo que hoy se denomina Biología Teórica.

La Biología actual no es entonces sólo una ciencia experimental. La Biología, como la Química y la Física, experimenta para producir nuevos conocimientos sobre la materia viva y teoriza sobre ello.

Su mismo desarrollo le exige utilizar los métodos de las ciencias empíricas como de las no empíricas. Es así que se utiliza en la investigación biológica tanto la observación, la medición y la experimentación -como métodos empíricos- como la hipótesis, la ley y la teoría, entre otros, como métodos teóricos.

El método para la Biología y para las demás ciencias naturales, se vincula directamente con la lógica del proceso de descubrimiento científico y a él le corresponde no solamente orientar la selección de los instrumentos, técnicas y procedimientos específicos de cada investigación, sino también y fundamentalmente, fijar los criterios de comprobación o demostración de cada caso.

No existe ni para la Biología ni para ninguna otra ciencia particular, un método como pauta general que guíe todas las investigaciones científicas y que garantice de algún modo el carácter del conocimiento obtenido. No hay tal receta. La ciencia no es un proceso mecánico sino dialéctico.

Si bien es cierto que la experimentación es la base fundamental de la investigación en Biología, también lo es que no todas sus especialidades permiten la experimentación, ya sea por limitantes metodológicas o éticas. Es el caso de la investigación clínica humana o de la genética humana, áreas en las cuales hay restricciones universales.

El experimento controlado es una forma común de investigación en la Biología y las demás ciencias naturales.

Es un tipo de experimento en que se trabaja con dos grupos similares: el grupo control y el grupo de prueba o experimental. Los dos grupos sólo se distinguen por el factor variación, que es la variable o dimensión que se quiere investigar.

Aunque es posible homogeneizar en la práctica y en alta proporción los dos grupos, siempre quedará alguna posible diferencia. Estas diferencias se pueden corregir mediante herramientas matemáticas que permiten estimar los resultados.

Apéndice B

Formas de conocimiento

El conocimiento está constituido por un conjunto y estructura de creencias, convicciones, nociones, certezas, verdades, mediante los cuales el hombre penetra las diversas áreas de la realidad para tomar posesión de ella.

Disciplinas intelectuales

Son una forma de conocimiento que presenta coherencia interna y estructura sistemática en sus ideas. La *ciencia* pertenece a este grupo de formas sistemáticas de conocimiento que construye cuerpos de explicaciones acerca de la realidad objetiva.

Conocimiento tecnológico

Se establece sobre la base de un orden lógico interno del cual puede extraerse un sistema de términos que simbolizan una determinada estructura del pensamiento. Esta forma de conocimiento se expresa en un lenguaje determinado y traduce un orden de ideas y de nociones interconectadas entre sí, y su objetivo es la acción sobre el medio ambiente natural y social.

Conocimiento cotidiano (empírico o vulgar)

Es otra forma de conocimiento o de representaciones del mundo que no se expresan coherentemente a través de un orden lógico o de un sistema de conceptos. Esto ocurre porque simplemente son incapaces de traducirse en un lenguaje lógico en la medida que el contenido de sus representaciones carece de coherencia.

Apéndice C

La investigación y sus clases

a) De acuerdo a su objeto	Formal	Estudia las ideas
	Factual	Estudia los hechos
b) De acuerdo a su método	Teórica	Explica, comenta, valora una teoría.
	De revisión	Condensa, organiza, integra investigaciones ya hechas.
	Empírica	Utiliza la observación real, ya sea ordinaria o dirigida y la experimentación ¹ .
c) De acuerdo a su objetivo	Pura	Desarrolla teoría y nuevos conocimientos sobre los cuales no se persigue utilización inmediata.
	Aplicada	Aumenta el bienestar (produce tecnología). Concierne a un grupo particular. Depende de los descubrimientos de la investigación pura.

d) De acuerdo al nivel de conocimiento por obtener	Exploratoria	Establece contacto con el objeto de estudio dando una visión general de tipo aproximado.
	Descriptiva	Da algunas características fundamentales de su fenómeno, proceso o situación en una circunstancia determinada de tiempo y espacio.
	Explicativa	Formula leyes, buscando determinar los orígenes de un cierto conjunto de fenómenos a través de la delimitación de relaciones causales.

Apéndice D

Clasificación de las ciencias

Rosenblueth:

Ciencias de observación (Astronomía)
Ciencias de experimentación (Química)

Bunge:

Formales	Lógica Matemáticas	
Factuales	Naturales	- Biología - Física - Química - Psicología individual
	Culturales	- Psicología social - Sociología - Ciencias políticas - Historia material de las ideas

Otras clasificaciones:

Exactas (matemáticas)
Naturales (física, química, astronomía)
Humanas (sociología, ciencias políticas)

Apéndice E

Actividades científico técnicas

Hay que distinguir y especificar las siguientes modalidades, pues trabajan con el conocimiento pero con objetivos diferentes:

- (a) *Formación científica o técnica*: se apropia el conocimiento disponible en un área dada; ej: formación de profesionales e investigadores.
- (b) *Servicios científico - técnicos*: aplican (para un caso particular) el conocimiento disponible en un área dada; p.ej: los servicios analíticos de un laboratorio. Esta modalidad de trabajo es rutinaria (pero no por ello carente de valor e interés) y aplica conocimientos para la obtención de datos particulares.¹
- (c) *Divulgación o extensión científico-técnica*: se divulga el conocimiento disponible en un área dada; ejemplo: documentación, servicios de difusión y extensión”.
- (d) *Investigación científica o técnica*: produce nuevo conocimiento, o aplica el existente, para dar solución a problemas de explicación sobre la realidad natural o social. En este tipo de actividad se genera y se hace disponible conocimiento bajo la forma de teorías, leyes, explicaciones, y aún, hipótesis o simples postulados, cuyo verdadero valor

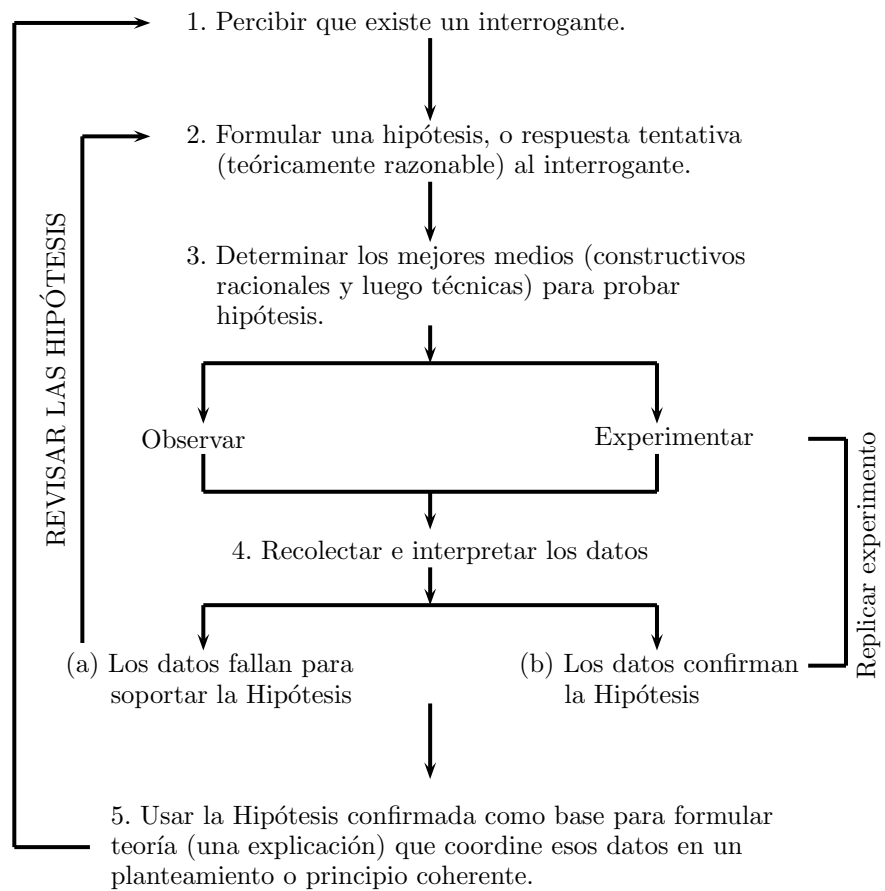
¹Metodología y normalización, calibrado de instrumentos científicos; determinación de normas técnicas. Control de calidad de materias primas, procesos o productos. Recolección de datos, inventarios, registros, estadísticas. Estudios descriptivos de casos particulares, no generalizables (estudios de mercado, factibilidad, productividad). Consultoría o asesoría científico-técnica para recomendar, frente a un problema específico, procesos o información adecuada para solucionarlo.

consiste en que pueden ser validables por vía de la experiencia y el razonamiento riguroso. Ejemplo: trabajo en el desarrollo de técnicas analíticas.

- (e) *Administración de ciencia y tecnología*: organización y administración de proyectos. Su objetivo específico es la formulación de políticas, mecanismos e instrumentos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, como también la administración de los recursos requeridos.

Apéndice F

**Diagrama de flujo de la
búsqueda científica (el
descubrimiento fortuito
puede operar en todas las
etapas del proceso)**



Apéndice G

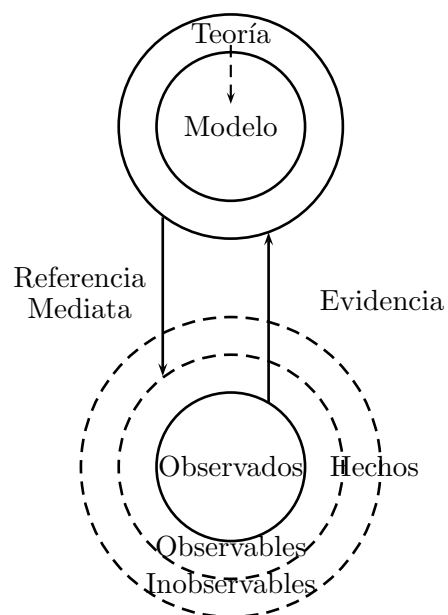
Diferentes tipos de investigación

TIPOS DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<i>Histórica:</i> Busca reconstruir el pasado de manera objetiva, con base en evidencias documentales confiables.	Depende de fuentes primarias y de fuentes secundarias. Somete los datos a crítica interna y externa.
<i>Descriptiva:</i> Describe características de un conjunto de sujetos o áreas de interés.	Se interesa en describir. No está interesada en explicar.
<i>Correlacional:</i> Determina la variación en unos factores en relación con otros (covariación).	Indicada para estudiar relaciones estadísticas entre características o fenómenos, pero no conduce directamente a establecer relaciones de causa-efecto entre ellos.
<i>Estudio de Caso:</i> Estudia intensivamente un sujeto o situación únicos.	Permite comprender a profundidad lo estudiado. Sirve para planear, después, investigaciones más extensas. No sirve para hacer generalizaciones.
<i>Ex post-facto:</i> Busca establecer relaciones de causa efecto, después de que este último ha ocurrido y su causa se ubica en el pasado.	A partir de un efecto observado, se indaga por su causa en el pasado. Útil en situaciones en las que no se puede experimentar. No es muy seguro para establecer relaciones causales.

<i>Experimental:</i> Es aquella que permite con más seguridad establecer relaciones de causa a efecto.	Usa grupo experimental y de control.El investigador manipula el factor supuestamente causal.Usa procedimientos al azar para la selección y asignación de sujetos y tratamiento.Es artificial y restrictivo.
<i>Cuasi-experimental:</i> Estudia relaciones de causa-efecto, pero no en condiciones de control riguroso de todos los factores que puedan afectar el experimento.	Apropiada en situaciones naturales en que no es posible el control experimental riguroso.

Apéndice H

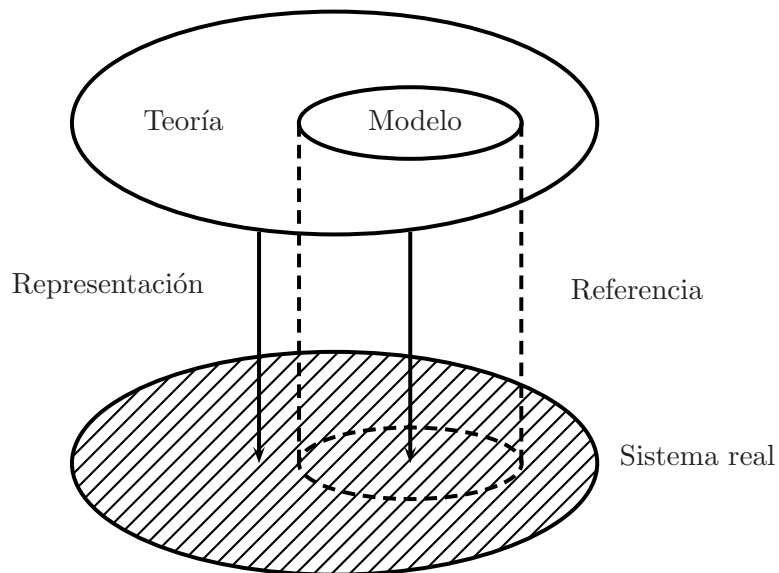
Relación de la teoría con la realidad y la experiencia



La teoría refiere mediante al amplio conjunto de los hechos (inobservables, observados y observables), pero solo el subconjunto de los hechos experienciales le da apoyo evidencial. La teoría, por su parte, refiere de modo inmediato a su propio modelo ideal

Apéndice I

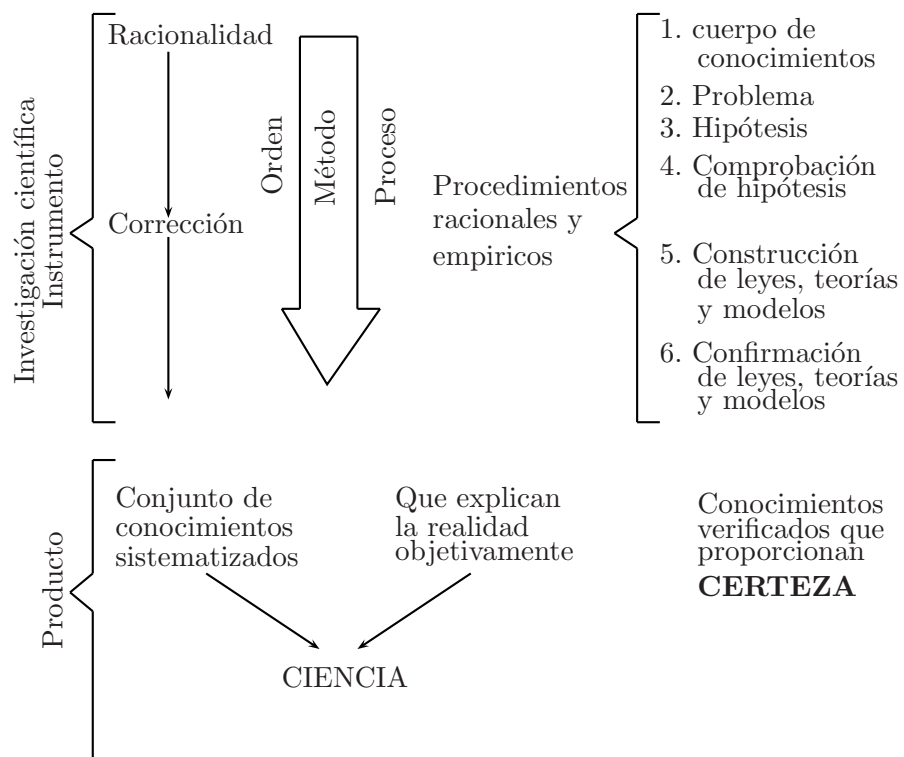
Características del modelo



El modelo está en la teoría con sus tres significaciones (representación, ideal y muestra); describe una zona restringida del campo cubierto por la teoría, mostrando sus referencias a la realidad. El modelo enlaza lo abstracto con lo concreto.

Apéndice J

Sistematicidad y objetividad de la ciencia



Bibliografía

- [1] BAKER, W., *Biología e Investigación Científica*. Fondo Educativo Interamericano, S.A., 1970.
- [2] BARRAGÁN, H., *Epistemología*. USTA, Bogotá, 1983.
- [3] BUNGE, M., *Teoría y Realidad*. Ed. Ariel, Barcelona, 1985
- [4] BUNGE, M., *La Investigación Científica*, Ed. Ariel, Barcelona, 1985.
- [5] BUNGE, M., *La Ciencia, su Método y su Filosofía*. Ed. Patria Nueva Imagen, México, 1989.
- [6] CARVAJAL, L., *Metodología de la Investigación*. Ed. FAID. Cali, 1986.
- [7] CASTAÑEDA, J., *Métodos de Investigación*. Ed. McGraw Hill Interamericana de México, 1995.
- [8] CERDA R., H., *Cómo elaborar proyectos*. Ed. Magisterio, Bogotá, 1995.
- [9] CERDA R., H., *La Creatividad en la Ciencia y en la Investigación*. Ed. Magisterio, Bogotá, 2000
- [10] CERVO, A. L. y BERVIAN, P. A., *Metodología Científica*. Ed. McGraw Hill Latinoamericana, Btá, 1980.
- [11] CHÁVEZ C, P., *Metodología Científica*. Ed. McGraw Hill Latinoamericana, Btá, 1980.
- [12] COHEN, M y NAGEL, E., *Introducción a la Lógica y al Método Científico* Vol. 1 y 2. Ed. Amorrortu Eds, 1993.
- [13] ESCALANTE, C., *Metodología de la Investigación Socio-Médica*, Tercer mundo, 1977.

- [14] HARRE, R., *Introducción a la lógica de las ciencias*. Ed. Labor, Barcelona, 1973.
- [15] HESSEN J., *Teoría del Conocimiento* (edición popular).
- [16] ICFES, Módulo 2 de la serie “*Aprender a Investigar*”. Ed. Guadalupe, Bogotá, 1990
- [17] KOPNIN, P. V., *Hipótesis y Verdad*. Ed. Grijalbo, México, 1969.
- [18] LADRÓN DE GUEVARA, L., *Metodología de la Investigación Científica*. USTA, Bogotá, 1983.
- [19] LARROYO, F., *Lógica y Metodología de las Ciencias*. Ed. Porrúa, 1981.
- [20] LÓPEZ C., J. L., *Método e Hipótesis Científicos*. Ed. Trillas, México, 1989.
- [21] PACHÓN, G., *Metodología de la Investigación Científica en Ciencias Naturales*. UNINCCA, Bogotá, 1999.
- [22] PADILLA, H., *El Pensamiento Científico*. Ed. Trillas, México, 1986.
- [23] PÉREZ T., R., *Cómo acercarse a la ciencia*. Ed. Limusa, México, 1986.
- [24] PIZARRO, F., *Aprender a Razonar*. Ed. Alambra, Madrid, 1987.
- [25] RIVERA M., M., *La comprobación científica*. Ed. Trillas, México, 1984
- [26] ROJAS S., R., *El proceso de investigación científica*. Ed. Trillas, México 1986.
- [27] SABINO, C., *El proceso de investigación*. Ed. El Cid, Bogotá, 1980.
- [28] SAMAJA, J., *Epistemología y Metodología*. Ed. Eudeba, Buenos Aires, 1993.
- [29] SERRANO, J. A., *Pensamiento y Concepto*. Ed. Trillas, México, 1988
- [30] TAMAYO, M., *El Proceso de la Investigación Científica - Fundamentos de Investigación*. Ed. Limusa, 1986.
- [31] WARTOFSKY, M., *Introducción a la Filosofía de la Ciencia*, Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1983.
- [32] YURÉN, M. T., *Leyes, Teorías y Modelos*. Ed. Trillas, México, 1984.