

Capítulo 2, El uso del Método científico

2. El marco teórico

Definición: El marco teórico es el resultado de la selección de teorías, conceptos y conocimientos científicos, métodos y procedimientos, que el investigador requiere para describir y explicar objetivamente el objeto de investigación, en su estado histórico, actual o futuro.

En la literatura científica anglosajona el lector estudiantil encuentra con frecuencia la indicación metodológica "revisión de literatura". La idea detrás de esta indicación es que para producir un conocimiento científico nuevo, más avanzado que el existente, hay que estar a la altura de los conocimientos teóricos y metodológicos actuales —que han sido elaborados por generaciones de científicos— y tomarlos como punto de partida para la investigación propia.

Esta exigencia metodológica está bien fundamentada por el desarrollo histórico de la ciencia. Virtualmente todos los grandes paradigmas (modelos) de interpretación científica del mundo fueron logrados sobre importantes descubrimientos de sus precursores. Una buena ilustración de este hecho es la teoría de la evolución de las especies, de Charles Darwin, sin lugar a dudas, la teoría biológica más importante del siglo XIX. *El origen de las especies* del famoso científico inglés fue publicado en 1859, pero su larga gestación se remonta hasta el siglo XVII y recibió impulsos importantes en el siglo XVIII. El enciclopedista George Buffon (1707-1788), p.e., había percibido que contrariamente a la idea prevaiente, de que cada forma viviente había sido creada por separado y al mismo tiempo —idea proporcionada por la biblia cristiana-judía—, existían especies que parecían provenir de un tronco común.

Asimismo, el abuelo de Charles Darwin, Erasmo Darwin (1731-1802), había sostenido que todas las formas vivientes descendían de un único "espermatozoo" y que podían cambiar por medio de la alimentación y del clima. Y el destacado naturalista francés Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) había llegado a la conclusión de que los organismos más complejos devenían de los organismos más simples y primitivos, a través de un proceso de transformación. La dinámica de este proceso de transformación resultaba de la necesidad de los animales de adaptar sus organismos a circunstancias cambiantes y que —tesis equivocada de Lamarck— tales modificaciones se hicieran hereditarias.

Semejantes secuencias o cadenas de conocimiento creciente pueden encontrarse en prácticamente todas las ciencias: en las de la naturaleza p.e., la secuencia de Johann Kepler-Galileo Galilei-Isaac Newton; y en las sociales la triada de Immanuel Kant-G.W.F. Hegel-Karl Marx. De ahí que sea indiscutiblemente necesario dominar el conocimiento científico más reciente, cuando se pretende

investigar un aspecto de la realidad a fin de aportar nuevos saberes. Claro está que este imperativo sólo vale en forma limitada para principiantes, que tendrán que contentarse con conocer algunas de las posiciones teórico-metodológicas más importantes elaboradas sobre "su" objeto de investigación.

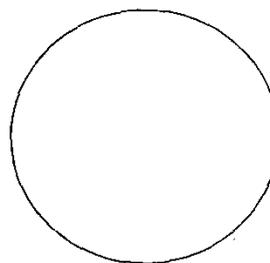
Para el conocimiento profundo que queremos adquirir mediante el marco teórico, ya no son suficientes los datos y aclaraciones que hemos tomado de las enciclopedias generales durante la delimitación semántica del objeto de investigación. Esta representó una aproximación importante y nos sirvió como punto de partida, pero hay que pasar ahora a la literatura especializada, que contiene el saber imprescindible para profundizar nuestro conocimiento del objeto de investigación.

La definición del marco teórico, dada en la página previa a la anterior, es correcta, pero difícil de usar en la práctica para el principiante. ¿De dónde, se preguntará el alumno, voy a seleccionar las teorías que necesito? ¿Quién me indica, cuáles me sirven, y cuáles no? La respuesta es sencilla y sorprendente. el mismo objeto de investigación le dice al investigador, cuáles son las teorías que ha de utilizar en el análisis.

Antes de explicitar esa relación entre el objeto de investigación y el marco teórico, definamos que en esta obra el procedimiento de la "revisión de la literatura" se entiende como sinónimo de lo que en castellano se denomina generalmente, la construcción del marco teórico.

2.1 La selección de las teorías.

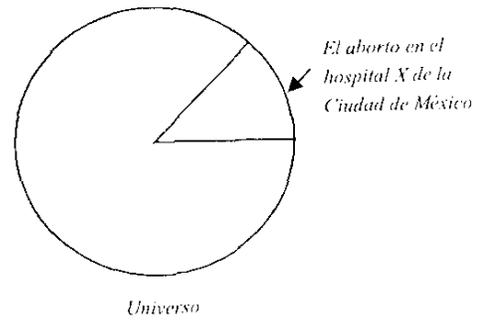
Para entender la creación o el desarrollo del marco teórico con mayor facilidad, ilustraremos este proceso con algunas gráficas. Imagínese el lector, que la gráfica "I" represente el universo o cosmos, es decir, la totalidad de fenómenos que existe actualmente en el mundo, tales como: los astros, las montañas, los ríos, los animales, las plantas, los pueblos, los Estados, los idiomas, las religiones, las ideas, las teorías científicas, los seres humanos y así, *adinfinitum*.



Universo

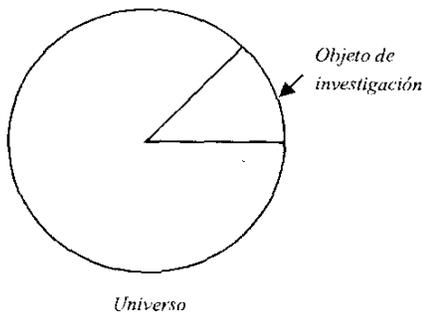
Gráfica I
El universo = la totalidad de los fenómenos existentes.

Al formular el estudioso su terna de investigación científica, nombra y escoje automáticamente un fenómeno entre la infinidad de fenómenos del universo y lo hace resaltar. Es decir, al seleccionar el alumno su tema de investigación, selecciona una parcela o un aspecto de la realidad mundial y la enfatiza por encima de todos los demás fenómenos. Al enunciar el investigador, p.c., el tema: *La acústica en las aulas de la UAM-X*, excluye o niega por el acto mismo (*ipso facto*) todos los demás fenómenos del cosmos como objetos de su atención. Dice implícitamente, que no le interesa, Re., el eclipse del sol, la visita del Papa, la inflación en Estados Unidos, la cantidad de estudiantes en la UAM-X, la oxigenación de las aulas de la UAM-X, su estética, el rendimiento de sus alumnos, la relación amorosa con su pareja, la contaminación del aire, la rotación de la tierra, la belleza de la Capilla Sixtina, la miseria de la población indígena, etcétera. La afirmación del objeto (tema) de investigación por parte del estudiante implica, de manera automática e inevitable, la negación de los demás objetos del universo. Esa afirmación destaca entre la infinidad

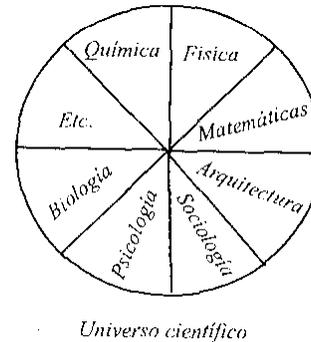


Gráfica 4 Tema de investigación: El aborto en el hospital X de la Ciudad de México en 1991

de fenómenos del universo uno y, por ende, lo "expulsa" de su anonimato, descuidando o negando a todos los demás. Es por eso, que el objeto de investigación científica puede definirse como un aspecto, un fenómeno o una parcela de la realidad destacada por nuestro interés de conocimiento, la cual no puede explicarse en forma inmediata o sin la utilización de la teoría.



Gráfica 2 La enunciación del tema de investigación resalta ipso facto el objeto de investigación, que es un Fenómeno o una parcela del universo

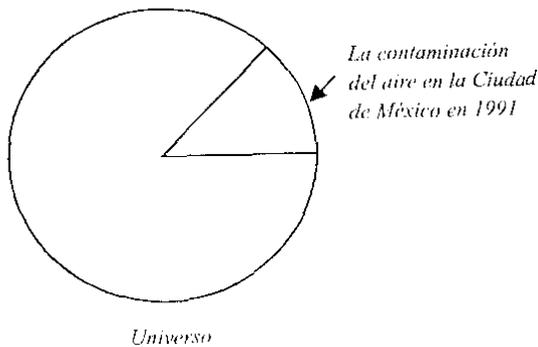


Gráfica 5 El universo científico = todas las teorías, métodos, conceptos y conocimientos científicos existentes.

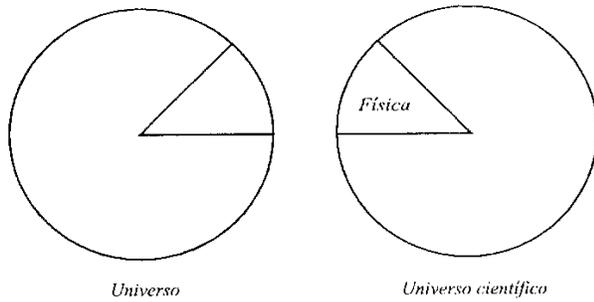
Hemos dicho que las ciencias son parte del universo. Definimos ahora el conjunto de todas las teorías, métodos, conceptos y conocimientos científicos desarrollados a lo largo de la historia, hasta la actualidad como el *universo científico* o *universo teórico* y lo presentamos –con fines didácticos– en forma gráfica fuera del universo real al que pertenece.

Ahora podemos relacionar las diversas gráficas y entender que a cualquier objeto de investigación, es decir, que a cada parcela o fenómeno o aspecto de la realidad corresponden una o varias disciplinas científicas, que contienen el conocimiento específico para explicarlo. En otras palabras, al enunciar el sujeto cognoscente el tema de investigación, determina no sólo automáticamente una parcela en el universo (el objeto de investigación), sino al mismo tiempo una parcela en el universo científico, a saber, las teorías, métodos, conceptos y conocimientos objetivos necesarios para explicar el objeto de investigación.

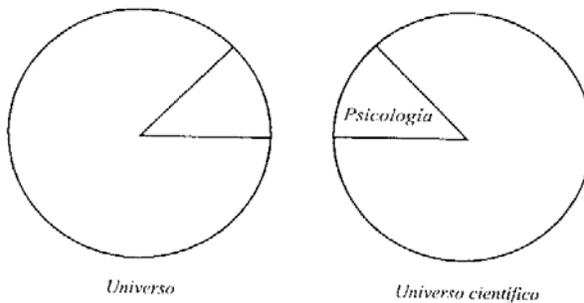
Por ejemplo, en el tema/objeto de investigación



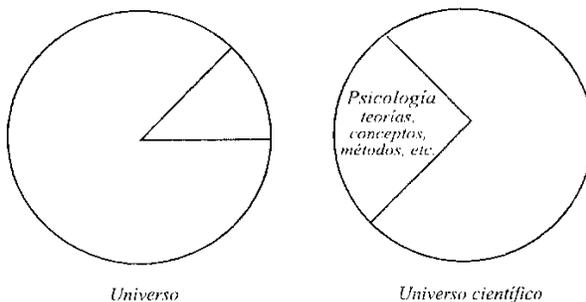
Gráfica 3 Tema de investigación La contaminación del aire en la Ciudad de México en 1991.



Gráfica 6
Correspondencia entre objeto de investigación y marco teórico: el objeto de investigación determina el marco teórico: 1.



Gráfica 7
El objeto de investigación determina el marco teórico: 2.



Gráfica 8
El objeto de investigación determina el marco teórico: 3.

La acústica en las aulas de la... UAM-X, la acústica es un fenómeno físico, hecho por el cual me determina la "parcela" física en el universo científico.

Sin embargo, para poder medirla inteligibilidad de la palabra hablada en el aula, los conocimientos y mediciones de la física no son suficientes. Ciertos tests de inteligibilidad de la comunicación verbal han sido desarrollados por psicólogos, hecho por el cual entra también la psicología en mi marco teórico como teoría de explicación.

En todos los temas, la cantidad de teorías que se requieren para la investigación, depende de la multiplicidad de intereses de conocimiento –que, como recordamos, se expresan en oraciones tópicas–, como vemos en los siguientes ejemplos.

Si en el tema *La contaminación del aire en la Ciudad de México en 1991*, sólo me interesa la presencia, cantidad y composición de agentes patógenos inorgánicos –como el plomo, el ozono, el nitrógeno, el polvo, etcétera–, entonces, las teorías a emplearse son la física y la química. Si además me interesa la presencia de microorganismos patógenos como protozoos, bacterias, fungi, virus, etcétera, requeriré además de la biología y, probablemente, de la medicina humana. Si quiero analizar también la inefectividad de las medidas anticontaminantes tomadas hasta ahora, debo emplear las ciencias políticas y la sociología de la organización (burocracia).

Lo mismo es válido para el tema de las *Opiniones de la juventud capitalina sobre la sexualidad*. Para entender el fenómeno a fondo, el estudiante debe revisar las obras pertinentes de psicología, de sociología y de la historia mexicana. Dado que la recabación de los datos y la contrastación de las hipótesis se realizará mediante una encuesta de opinión, entra en el marco teórico también la estadística y la sociología empírica, que se ocupa del diseño y de la ejecución de encuestas.

Finalmente, el análisis del tema *El aborto en el hospital X de la Ciudad de México en 1991*, requiere mínimamente de la teoría médica en general y gineco-obstetricia en particular. Si interesa el aspecto legal, la legislación y jurisprudencia mexicana. Si se agrega el aspecto moral, se necesita estudiar la doctrina anti-aborto de la Iglesia católica y éticas seculares. Si el trabajo abarca la recabación de opiniones, entrará nuevamente la estadística y la sociología empírica (encuesta, opinión, etc.) en el marco teórico.

La selección de la disciplina o de las disciplinas requeridas para la comprensión sistemática del objeto de investigación escogido, es mucho más fácil en las ciencias naturales que en las ciencias sociales. Por las razones expuestas en el capítulo anterior, existe en las primeras generalmente una sola teoría para la explicación de un fenómeno. Hay algunas excepciones como la teoría corpuscular de la luz avanzada por Newton y después por Einstein, a diferencia, por ejemplo, de la teoría de la luz desarrollada por Huyghens, Fresnel y Young quienes sostenían que la luz consistía de ondas transversales. Sin embargo, tales casos no dejan de ser excepciones en las ciencias de la naturaleza.

En las ciencias sociales, en cambio, compiten frecuentemente diversas corrientes teóricas en la explicación de un fenómeno, sin que se haya establecido todavía cuál es la más adecuada.

Por ejemplo, para explicar el fenómeno de la agresión humana, existen tres enfoques teóricos diferentes: el primero sostiene, que la agresión humana es determinada genéticamente; el segundo argumento, que se trata de un comportamiento adquirido socialmente (aprendido) y el tercero com-

bina las dos anteriores. Si el estudioso decide utilizar el segundo enfoque, ha de escoger entre una de las siguientes corrientes de la psicología: el psicoanálisis tradicional, el psicoanálisis moderno, el conductismo (*behaviourismo*) en sus diferentes versiones, la teoría de la *Gestalt*, la psicología analítica de Alfred Jung, el funcionalismo psicológico, etcétera.

También se da el caso que diferentes teorías de las ciencias sociales y naturales están a la disponibilidad del investigador. En cuanto a las causas de la esquizofrenia el investigador podría escoger entre alguno de los siguientes enfoques: a) que la esquizofrenia es causada por un desorden genético; b) que se trata de un problema de la arquitectura neuronal, generado durante el segundo trimestre del desarrollo fetal por la errónea migración de determinadas células neuronales; c) que es el resultado de una estructura comunicativa paradójica dentro de la familia; d) que se trata de una patología generada por experiencias traumáticas que en los sistemas psíquicos subconscientes del infante dejan trastornos que se manifiestan en la adolescencia.

Seleccionar entre estos enfoques es una tarea, que evidentemente trasciende las capacidades del estudiante que se inicia como investigador. Tiene que acudir, por ende, al maestro, para que este le oriente y ayude en tal decisión.

Cerramos este apartado con una breve nota sobre la teoría científica. Cualquier observador atento a los procesos de la naturaleza y de la sociedad se ha dado cuenta, que estos procesos se realizan con determinada regularidad o, como también se dice, con determinada legalidad. La segunda expresión se refiere a que la recurrencia y regularidad de estos procesos naturales y sociales indican, que su comportamiento está regido por leyes o reglas. Si logramos entender estas reglas o leyes que determinan el comportamiento de la naturaleza, de la sociedad y del ser humano, entonces podemos sacar provecho de ellas o impedir que nos hagan daño. Esta es, como explicamos en el primer capítulo, la tarea de la ciencia. Al observar, registrar y medir las regularidades de comportamiento de un fenómeno natural, la ciencia trata de entender las leyes que están "detrás" del comportamiento visible (empírico), para expresarlas en enunciados conceptuales y matemáticos, que permiten prever y, posiblemente, controlar el comportamiento del fenómeno.

Una ilustración célebre de la capacidad de predecir mediante el conocimiento científico las relaciones causa-efecto que rigen el comportamiento de un fenómeno, es el descubrimiento del planeta Neptuno, realizado simultáneamente por Urbain-Jean Le-verrier y John Couch Adams entre los años de 1845 y 1846. Lo asombroso del descubrimiento es que la existencia del planeta no fue revelada por la observación directa mediante el telescopio, sino mediante una serie de complejos cálculos astrofísicos. Estos cálculos estuvieron motivados por ciertas perturbaciones en la órbita del planeta Urano que no podían ser atribuidas ni a Júpiter ni a Sa-

turno, hecho por el cual tenían que ser provocadas por un planeta desconocido y nunca visto. Calcularon las dimensiones y la posición probable de este planeta desconocido con tal exactitud que poco tiempo después, cuando aparecía Neptuno, podía ser constatada su existencia mediante la observación directa por telescopio.

Una teoría científica es, por ende, un conjunto de enunciados, reglas, conceptos, símbolos y conocimientos que permiten describir, explicar y predecir objetivamente la estructura (la constitución) y el comportamiento (movimiento, evolución) de un fenómeno o sector del universo, sea de la sociedad o de la naturaleza.

2.2 Conceptos y conocimientos científicos

Cada ciencia particular se ocupa de analizar un sólo campo de la realidad. La psicología, p.e., sólo analiza los procesos psíquicos o mentales; la química se limita a fenómenos químicos; la economía a los procesos de producción, distribución y acumulación en macro y microniveles, la biología a seres vivos (con metabolismo); la medicina humana a la salud del ser humano, etcétera. En otras palabras, cada disciplina científica se especializa en el análisis de un sólo sector del universo con la finalidad, de entender a fondo los elementos y las relaciones que lo constituyen y que determinan su comportamiento y desarrollo.

Para tal fin utiliza el método científico, múltiples técnicas particulares y un lexicon o vocabulario especial. Aprender una ciencia significa, por lo tanto, no sólo aprender el uso del método científico y de sus técnicas particulares, sino también, el lenguaje o discurso específico de conceptos y conocimientos que emplea.

Tenemos un conocimiento empírico de tal hecho por las experiencias de nuestra vida cotidiana. Por la necesidad de consultar a médicos, estamos acostumbrados a que éstos diagnostiquen una enfermedad y receten medicamentos curativos en términos del latín. O también, que un odontólogo tenga que practicar una endodoncia, un cirujano una apendicitis, etcétera.

Por el creciente uso de las computadoras, sabemos también que para escribir un texto en esas maravillas de la tecnología moderna, se necesita disponer de: un *Disk Operating System* (DOS), o sea, un programa base; un programa específico para textos, p.e. el *Word Perfect* o *Word*; se requiere de cierta capacidad de memoria RAM (*Random Access Memory*); de otro tipo de memoria permanente, generalmente en el disco duro (*hard disk*), cuya capacidad de almacenamiento se mide en *bites* o *megabites*; que la rapidez de procesamiento de los datos depende de los *chips* y que ésta se expresa por *megahertz*, etcétera.

Y por el aprendizaje de las matemáticas sabemos que determinadas operaciones pertenecen al álgebra, otras al cálculo probabilístico, a la geometría, que ciertas funciones se llaman integrales y otras diferenciales, que en una función con dos variables una se denomina variable independiente y la otra dependiente, etcétera.

Estos breves ejemplos nos muestran una característica fundamental de todas las ciencias: el uso de conceptos, conocimientos y definiciones propias, que son diferentes al lenguaje común que el ciudadano habla cada día. El lenguaje usual, cotidiano, es un lenguaje histórico o natural, como, p.e., el castellano, el inglés, el alemán, el nahuatl, que se han desarrollado a través de la historia de los pueblos. En cierto momento de su desarrollo, alguien analizó el idioma hablado y lo interpretó en una gramática escrita, que estableció las reglas para la conjugación de los verbos, la declinación de los sustantivos, la formación de adjetivos, el orden sintáctico de las partes –p.ej. sujeto, predicado, complemento u objeto–, etcétera. La primera gramática del castellano, p.ej., fue escrita en 1492 por Antonio de Nebrija, y más o menos por la misma época fueron formuladas las gramáticas del idioma alemán e italiano. El hecho, de que las gramáticas fueron escritas después de haberse desarrollado los lenguajes naturales o históricos, nos indica, por qué muchas veces no pueden explicar bien un fenómeno gramatical, teniendo que acudir frecuentemente a admitir excepciones en sus reglas o dando explicaciones arbitrarias.

Los lenguajes científicos, en cambio y, sobre todo, en las ciencias de la naturaleza, son en gran medida lenguajes artificiales, con términos, reglas y definiciones hechas específicamente para excluir ambigüedades semánticas y contradicciones sintácticas o lógicas. Esos conceptos de los lenguajes artificiales son, frecuentemente, neologismos, es decir, palabras creadas deliberadamente para representar cierto significado específica

El método más común para formar estos conceptos o para caracterizar un término científico es una definición, compuesta por tres elementos: 1) el centro de la definición está constituido por el enunciado: *tiene el mismo significado (intensin, que; 2) al lado izquierdo se escribe el concepto que ha de definirse (definiendum) y 3) al lado derecho el concepto que define (definiens).*

Si la tarea consiste en definir una circunferencia se puede definir como un conjunto de puntos del plano que equidistan de un punto dado; si se trata del concepto "una hora", la solución sería: "Una hora" tiene el mismo significado que "sesenta minutos". Un esquema gráfico ayudará a entender este procedimiento con mayor facilidad:

Una hora tiene el mismo significado que *60 minutos*.
Definiendum *Definiens*

Los conceptos son los vehículos del conocimiento en la ciencia, porque antes de realizar un experimento, una encuesta, una observación sistemática o una contrastación documental en la práctica, el investigador la lleva a cabo en su mente. Construye la hipótesis, diseña la forma de contrastación, trata de adelantarse a determinados obstáculos, en suma, recorre el camino de la investigación primero en su mente para después recorrerlo y ponerlo a prueba en la práctica. Y los vehículos que le permiten realizar esa maravillosa operación son los conceptos.

¿Cómo se explica esta capacidad de los conceptos, de realizar con símbolos y términos (números, palabras, signos, etcétera), una operación que de otra forma tendría que hacerse tediosamente en la realidad? La explicación de este fenómeno está en que los conceptos o reflejan fenómenos de la realidad o son capaces de representarlos. Los conceptos, que tienen un referente o correlato empírico, es decir, que representan a un fenómeno real, se llaman conceptos empíricos. A esos pertenecen, por ejemplo, categorías como: mesa, ser humano, automóvil, matrimonio, Estado, árbol, estrella, etcétera.

En cambio, los conceptos, que no representan un ente real, empírico, fuera de si mismo, y, que, por ende, no tienen un significado propio, se llaman *semánticamente vacíos*. Dado que no reflejan un fenómeno real, externo, pueden adquirir cualquier significado, que el investigador les quiera dar. Son, si quisiéramos usar una metáfora, como vasos vacíos, que se pueden llenar con cualquier contenido real.

Por ejemplo, "r", es un término semánticamente vacío, porque no tiene referente empírico, es decir, o representa a ningún fenómeno del universo social o natural. Pero precisamente por esto, le puedo dar el significado (la intensión) que quiero. "X" puede significar una casa, un Estado, veinte hombres, un zorro, diez mil dólares, el sol, la inflación, la energía, el amor entre una pareja, en fin, cualquier fenómeno que le quiera asignar Asimismo, un cuantificador como diez puede significar: diez mujeres, diez leyes, diez leguas, diez días de sol, etcétera.

La capacidad de representar realidades objetivas y manejarlas mediante símbolos (simbólicamente), le da su extraordinaria importancia a los conceptos. Si una familia tiene, por ejemplo, un campo de cultivo de 40 por 100 metros y quiere dejarlo en herencia a dos hijos, puede trazar simplemente un esbozo en papel con las proporciones 4 por 10 y trazar una diagonal, para repartir el terreno en partes iguales. O, al tener un ahorro de 20 millones de pesos en el banco y querer gastar la décima parte, no necesita ir al banco, hacer diez paquetes iguales con dos millones cada uno, para después tomar uno de ellos y gastarlo. Puede realizar esta operación simbólicamente, es decir mediante los símbolos de la matemática, con mucha más rapidez y absoluta precisión, sin tocar en nada al objeto real.

Asimismo, un médico, que diagnostica en un paciente el fenómeno conceptualizado como "gripa" –que corresponde en realidad a una infección viral–, le puede contraponer los conceptos "5 millones de unidades de penicilina" y "vitamina C" –igual a determinados compuestos químicos–, y pronosticar mediante este análisis conceptual, que la enfermedad desaparecerá dentro de un determinado periodo. Si el paciente es alérgico ala penicilina, el médico pensará en alternativas terapéuticas, nuevamente sin afectar en esa operación simbólica de curación al "objeto real", al paciente.

Es importante, entender la relación entre el título o tema de la investigación, y los conceptos. El título o tema delimita el campo general de la indagación. Su función consiste, en permitir al investi-

gador el control constante acerca de que si su quehacer se encuentra todavía dentro del objeto de investigación definido, o si se ha perdido en algún aspecto secundario, cosa que puede suceder relativamente fácil, cuando la investigación es extensa o el investigador no dispone de mucha experiencia práctica. Se puede comparar esa función del título/tema con las señales de las carreteras. Si, por ejemplo, quiero viajar del Distrito Federal a Veracruz en coche, realizo bien este cometido guiándome por las señales correspondientes en la carretera. Al dejar de ver esas señales, sé que he perdido el camino que me llevaba al final de mi exploración de lo desconocido. En este sentido, el título/tema de la investigación marca el inicio y el fin del camino que tengo que recorrer en el sendero de la investigación y evita, que me pierda. De ahí la importancia de determinar el tema/título con cierta precisión, para asegurar su función de guía.

Si el tema nos sirve como guía o instructivo general, los conceptos son los vehículos para desplazarnos hacia el punto final de la investigación, desconocido al inicio y, por ende, *terra incognita*. Y en la investigación como en la locomoción física, el tipo y la calidad del vehículo escogido determina, hasta donde llega la persona que los usa. Cuando se escogen mal los conceptos en una investigación, no llevarán al sujeto a conocer lo que le interesa. En la Londres, no puedo desplazarme en un coche, porque el mar me impide llegar. El medio adecuado sería, obviamente el avión. Asimismo, si quiero ir a Veracruz, no puedo tomar el metro, porque no llegaré al fin del viaje planeado. De ahí, la gran necesidad, ya discutida al inicio del segundo capítulo, de escoger en la delimitación semántica y en el marco teórico los conceptos más adecuados a nuestra tarea de conocimiento, es decir, de viajar a una tierra desconocida, de la cual tenemos alguna noción y cuyo camino no ignoramos del todo –que conocemos tentativamente– pero que requiere de los vehículos categoriales adecuados, para terminar exitosamente el viaje científico.

2.3 La selección de los métodos

Con la selección de las disciplinas científicas que se necesitan para la descripción, explicación y predicción de las propiedades y del comportamiento del objeto de investigación, el investigador ha seleccionado implícitamente también los métodos, conceptos y conocimientos que se utilizarán durante el trabajo, dado que forman parte integral de una teoría. Sin embargo, conviene explayarse un momento sobre esta temática.

Lo que diferencia una investigación *científica* de cualquier otro tipo de indagación del mundo –por ejemplo, de una interpretación religiosa, mágica, artística, filosófica o del sentido común– es el uso adecuado de su método específico de análisis.

Podemos definir que un análisis de la realidad es científico u objetivo, cuando se realiza mediante el uso adecuado de los cinco pasos del método. Esta afirmación es válida tanto para las ciencias sociales como para las ciencias de la naturaleza. Dicho de otra manera: el uso del método científico como estrategia de conocimiento objetivo –en los

cinco pasos definidos– no varía con el *tipo* de objeto de investigación, es decir, no depende de la clase del objeto que se somete al análisis. Por ejemplo, la indagación científica de: un fenómeno astronómico como el *Big Bang* –explosión que generó el universo hace 17 mil millones de años–; un fenómeno biológico como el virus de inmunodeficiencia humana adquirida (VIII); un fenómeno social como las opiniones de la población capitalina sobre el matrimonio; un fenómeno geofísico como el sismo de 1985; un evento histórico como la venta de territorio mexicano a Estados Unidos por parte del presidente Santa Anna; un hallazgo arqueológico como los manuscritos del Mar Muerto (*Dead Sea Scrolls*), todos estos fenómenos de la realidad –tan distintos entre sí– no sólo son accesibles al análisis por medio del método científico, sino *tienen que* ser analizados con este método, si se quiere obtener un conocimiento objetivo de ellos.

Queremos advertir al lector que hay una amplia discusión en la literatura científica y epistemológica acerca de cuándo una investigación merezca el atributo de ser científica (su científicidad). El famoso epistemólogo argentino, Mario Bunge, sostiene, por ejemplo, que el conocimiento producido por una "ciencia fáctica particular" (una ciencia de la realidad) sólo puede ser definido como científico, cuando cumple con un conjunto de doce condiciones, mientras que Humberto Eco establece cuatro requisitos para que una investigación sea científica: 1) que verse sobre "un objeto reconocible y definido de tal modo que también sea reconocible para los demás"; 2) la investigación tiene que decir cosas nuevas sobre este objeto; 3) tiene que ser útil a los demás y, 4) debe suministrar elementos para la verificación y la refutación de las hipótesis que presenta.(2)

La definición de Mario Bunge es demasiado especializada para los fines de socialización científica que se pretende con la presente obra; de los cuatro requisitos de Humberto Eco están incluidos en nuestro enfoque el primero y el cuarto. En cuanto al tercero consideramos que se trata más de un desiderátum (deseable) que de un criterio de científicidad, mientras que el segundo es correcto para la investigación avanzada, pero no para la investigación básica o de aprendizaje. Reconociendo que existe una discusión sobre este tópico nos parece adecuado para los objetivos de este libro el criterio de científicidad expuesto más arriba.

Cuando en este libro hablamos de *el método científico*, nos referimos siempre a la *secuencia de los cinco pasos* definidos en el capítulo 1. 1, que constituyen el elemento común en cualquier tipo de análisis científico, independientemente del carácter social o natural de su objeto de investigación o de la pertenencia de éste al macrocosmos, microcosmos o mesocosmos.

Donde sí se diferencia el quehacer de un investigador a otro, es decir, donde se nota la influencia del tipo de objeto de investigación, es en las *técnicas* que se usan para describir, explicar y predecirlo. Sin embargo, pese a la enorme variedad de las técnicas de trabajo que han sido desarrolladas en

las diferentes disciplinas científicas a lo largo de la historia, todas ellas pueden subsumirse bajo cuatrométodos o procedimientos (particulares), que son las únicas disponibles para contrastar una hipótesis y, por ende, para saber, si ésta es verídica o no.

Estos cuatro métodos de contrastación son: 1) la documentación sistemática; 2) la observación sistemática; 3) la encuesta representativa o el censo; 4) el experimento sistemático. Cualquiera de las múltiples técnicas de medición y contrastación empleadas en cualquiera de las ciencias actuales—microscopios, telescopios, reactivos químicos, documentos, correlaciones estadísticas, interpretación de contenido de un texto, sismógrafos, etcétera— es parte de uno o varios de estos cuatro métodos o procedimientos.

Actualmente, la comprobación de una hipótesis por medio de modelos de computación es muy avanzada. Simulacros de interacción entre diferentes variables del objeto de investigación permiten predecir el comportamiento del objeto bajo la influencia de diferentes valores de sus variables. Por ejemplo, la fuerza de ascensión que ejerce el aire sobre el ala de un avión a diferentes velocidades o, también, con diferentes perfiles del ala, pueden simularse en computadoras muy avanzadas, dando en segundos resultados que la medición en túneles de viento producirían en semanas de experimentos.

La precisión de tales contrastaciones de hipótesis mediante modelos matemáticos computarizados, aumentarán, sin lugar a dudas, con el progresivo desarrollo de las computadoras y su *software* (programas) correspondiente. Sin embargo, la última prueba de la veracidad de una hipótesis consistirá siempre en su contrastación con el fenómeno real a que se refiere; porque es este tipo de contrastación que produce el conocimiento objetivo sobre la realidad, que sólo la ciencia nos puede proporcionar. Esto quiere decir para nuestro ejemplo, que la comprobación definitiva de la hipótesis se obtiene mediante la medición de los datos correspondientes en el túnel de viento y en los vuelos de prueba del avión.

Dado que discutiremos los cuatro métodos de contrastación en el apartado cuatro—Contrastación de la hipótesis— pasamos ahora a una breve discusión sobre el marco teórico y el marco histórico.

2.4 Marco teórico, marco histórico y descripción científica del objeto

Definición: El marco histórico es la selección de conocimientos sobre el objeto de investigación que el investigador considera pertinente para describir (relatar) su pasado. Esa retrospectiva toma como punto de partida la fecha de delimitación del objeto en el tiempo, realizada en el planteamiento del problema.

Definición: La descripción científica del objeto es la actividad que de acuerdo al marco teórico reproduce (registra) conceptualmente, y si es posible, en forma cuantitativa, las propiedades del objeto de investigación, que conforme al interés de conocimiento del investigador se consideran las principales.

Una confusión que se presenta con frecuencia

es la relación entre el marco teórico, el marco histórico y la revisión de la literatura. Este problema se resuelve de la siguiente manera.

Para el uso del método científico, como ya explicamos anteriormente, no importa qué sector de la realidad—es decir qué *tipo* de objeto de investigación— estamos indagando. Lo mismo es válido en cuanto a la etapa de desarrollo (el tiempo) del fenómeno a que se refiere nuestro análisis. Si lo investigamos en una fase de su pasado (histórico), de su presente (su actualidad o *status quo*) o inclusive, si pronosticamos su evolución en el futuro, no afecta en nada al método general, es decir, al método científico de la investigación.

Nuevamente, donde sí puede influenciar el factor de tiempo del objeto—pasado, presente o futuro— es en las técnicas o procedimientos particulares de las disciplinas científicas. Por ejemplo, para conocer la opinión actual de la población veracruzana sobre la agresión armada estadounidense a Veracruz, en 1916, tiene que realizarse una encuesta de opinión representativa en la ciudad. En cambio, si se quiere conocer la opinión de los veracruzanos durante la intervención militar, tendrían que analizarse sistemáticamente los periódicos, pasquines y demás manifestaciones de la opinión pública del puerto durante la agresión, a fin de poder inferir—no con mucha precisión, por cierto—, sobre la opinión general en la ciudad durante la agresión.

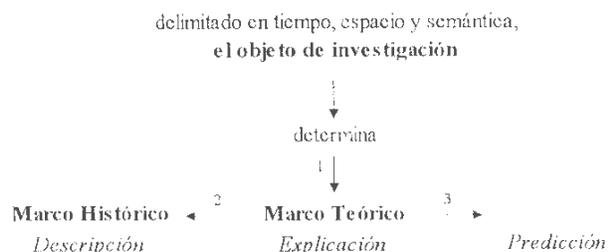
Ahora bien, para diferenciar el marco histórico del teórico, es necesario construir primero el marco teórico, debido a que el marco histórico depende del teórico. El procedimiento se realiza de la siguiente manera.

Al seleccionar el estudiante su tema u objeto de investigación delimita la fase o el tiempo del objeto que le interesa (tal como se explicó en el punto II.1. *El planteamiento del problema*), p.e., *La inflación en México en 1996*. De este objeto de investigación, delimitado en el tiempo, el espacio y el significado, se deriva el marco teórico. En este caso habría enfoques teóricos que atribuirían el fenómeno de la inflación a un exceso de la oferta monetaria, a una deficiencia estructural del aparato productivo, a las estructuras monopólicas del mercado, etc, etc entre estas teorías, se escoge la que a juicio de investigador tenga mayor fuerza explicativa y con ella se construye el marco teórico. Todos los conocimientos sobre el fenómeno que no pertenecen a su marco teórico y que se refieren al objeto antes de 1996, pertenecen al marco histórico. Es decir, los conocimientos del marco histórico se definen por dos elementos. a) no son parte del marco teórico y b) se refieren a tiempos del objeto de investigación que son anteriores a los tiempos definidos en el tema de investigación. La extensión del marco histórico es decir, el tiempo de retrospectiva a partir fechas delimitadas del objeto de investigación, depende de los intereses y recursos de conocimiento del investigador. En el tema de la inflación, el marco histórico podría retroceder hasta abarcar el año de la crisis de 1995, todo el sexenio del presidente Salinas (1988-1994), el inicio del neoliberalismo en México con el presidente Miguel de la Madrid (1982) o has-

ta la fecha del pasado que le parezca conveniente al estudioso.

Tendríamos entonces tres fases de tiempo del objeto de investigación: 1. el tiempo del objeto definido por el tema de investigación; 2. partiendo de esta fecha hacia atrás, los antecedentes históricos del objeto, es decir, los conocimientos existentes sobre su pasado; 3. el futuro del objeto. La función del trabajo científico varía en estas fases. En el tiempo del objeto definido por el tema de la investigación, se trata de *explicar* al fenómeno; en cuanto a los antecedentes históricos el investigador se limita a *describir* (relatar) los conocimientos históricos; en lo referente al futuro del objeto, el investigador predice el probable comportamiento del fenómeno. Debido a que la estructura lógica de la predicción es esencialmente la misma que la de la explicación, la diferencia fundamental de las tres fases se reduce a lo siguiente: el marco histórico tiene una función y un *status* descriptivo, mientras los demás son explicativos.

En forma esquemática:



Al construirse el marco teórico, y después el marco histórico, conviene frecuentemente, introducir un tercer elemento: la descripción científica del objeto. En muchas investigaciones, la descripción científica del objeto es imprescindible. Por ejemplo, si un arquitecto quiere construir una casa, tendrá que ir al lugar de la futura construcción, para hacer un análisis del subsuelo, darse una idea del entorno natural y urbano para fines de estética, protección al ruido, aprovechamiento de luz y vientos, etcétera. Asimismo, cuando se pretende realizar un experimento con un animal, digamos un conejo, es absolutamente necesaria una descripción exacta de sus características que influirán en el desarrollo del experimento (edad, peso, sexo, línea genealógica, etc.). Otro ejemplo sería el análisis de la acústica en las aulas de la universidad que exigiría un minucioso registro del tamaño del inmueble, sus materiales de construcción, y otras variables de importancia. Finalmente, si se quiere aplicar una muestra representativa a una población (un universo), de la cual no se conoce la media aritmética y la varianza de la característica socioeconómica escogida para el tamaño suficiente de la muestra –véase el punto 4.5 de este capítulo– se tendrá que aplicar un estudio piloto que representaría algo como una descripción preliminar y aproximativa al status quo del objeto de investigación. De esta manera, la descripción científica del objeto de investigación aporta el conocimiento *empi-*

rico sobre el objeto de investigación, que junto con el conocimiento teórico provee una base sólida para avanzar hacia la formulación de las hipótesis.

Como ya mencionamos, la importancia y la extensión que el investigador concede al marco histórico y a la descripción científica del objeto dentro de su estudio, depende del tipo de investigación que realiza y de sus intereses de conocimiento. En el diagnóstico de algunos problemas de salud, la anamnesis (historia clínica) –es decir, el marco histórico de la enfermedad que el médico trata de analizar– no juega mayor papel. En otras enfermedades, donde se supone puede haber una incidencia de factores genéticos, los antecedentes patológicos no sólo del paciente, sino de la familia entera, pueden ser de importancia para el análisis del objeto de investigación en cuestión, es decir, la patología con que el paciente acude al médico.

Cabe recordarle al estudioso que durante toda la investigación debe tener una mente abierta y la disposición de modificar conceptos, hipótesis, etcétera. Los objetos de investigación son, por lo general, tan complejos que cuando se inicia una fase de trabajo sobre ellos, por ejemplo, el planteamiento del problema o el marco teórico o la formulación de la hipótesis, no se puede prever todas las complicaciones y cambios que se tienen que enfrentar en cada una de estas fases. Es probable, por ejemplo, que cuando se analice a fondo el objeto en su dimensión histórica, aparezcan nuevas y desconocidas facetas del objeto, que obligan a ampliar el marco teórico con los nuevos conceptos que se requerirán para investigar tales facetas.

En rigor, la delimitación del objeto de investigación, la elaboración del marco teórico y la formulación de las hipótesis, descansarán sólo sobre bases seguras, cuando el investigador haya llegado al cuarto paso del método científico, es decir, cuando haya planteado la contrastación de sus hipótesis. Sólo a partir de este momento su trabajo obtiene cierta definitividad.