

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Fundamentos y herramientas  
para elaborar tesis y proyectos  
en ciencias sociales

Oscar Zapata



# Índice

Presentación	13
Ciencia e investigación en nuestros días	13
Capítulo 1. Ciencia e investigación científica	21
Paradigma clásico de la ciencia occidental	22
Racionalismo crítico	35
Filosofía de la ciencia	44
Corriente epistemológica francesa	61
Propuesta para una nueva alternativa de la investigación social desde una perspectiva crítica y constructivista	81
Capítulo 2. La ruptura y la construcción del objeto de investigación	87
Perspectiva constructivista	88
Conocimiento humano	91
Diseño del proyecto de investigación	92
Situación y campo problemático	100
Construcción del objeto de investigación	102
Planteamiento del problema	117
Objeto de investigación y sus dimensiones	122
Construcción del planteamiento del problema	133
Objetivos de la investigación	139
Esquema inicial del diseño de investigación	141
Capítulo 3. Estructuración del marco teórico	143
Perspectiva positivista de la teoría	148
Perspectiva naturalista o cualitativa	150
Funciones de la estructuración	150
Lenguaje teórico de la ciencia	151
Dos trayectorias del método de la investigación científica en lo social	157

Marcos teóricos de los trabajos cuantitativos	161
Método de muestreo	175
Proceso de revisión de la literatura	178
Cómo evaluar una teoría o los criterios de aceptación y rechazo	183
Capítulo 4. Comprobación 1: Metodología de la investigación cualitativa	187
Metodología científica	187
Integración de las metodologías cuantitativas y cualitativas	190
Perspectivas cuantitativas y cualitativas de la investigación social	191
Observación	193
Observación participante	195
Entrevista	200
El estudio de caso como estrategia de investigación en ciencias sociales	206
Método biográfico: historia de vida e historia oral	212
Grupos de discusión	217
Grupos operativos	224
Sociometría	230
Investigación-acción-participativa	235
Análisis del discurso	242
Capítulo 5. Comprobación 2: Metodología de la investigación cuantitativa	251
Guía de trabajo de campo	251
Experimentación	252
Encuestas y cuestionarios	253
Análisis de contenido	266
Evaluación de los modelos cualitativos y cuantitativos	269
Capítulo 6. Recolección y análisis de datos, control metodológico y conclusiones	271
Estrategias de recolección de datos	272
Estrategia anterior a la realización del trabajo de campo	274
Trabajo de campo	276
Planeación de los instrumentos de recolección de datos	279
Análisis de los datos	280

Técnicas de análisis de datos de Taylor y Bogdan	285
Procedimientos de análisis de datos cualitativos	286
de Barton y Lazarsfeld	286
Sistematización de la experiencia del trabajo de campo	292
Análisis de los datos en la investigación cuantitativa	299
Rigor metodológico	302
Triangulación en la investigación cualitativa	305
Criterios para evaluar informes de investigación o tesis de grado	308
Capítulo 7. Criterios generales para la presentación de trabajos de investigación	311
El manuscrito y sus componentes	311
Preliminares	313
Desarrollo o cuerpo del trabajo	318
Fuentes	322
Citas	323
Notas a pie de página	324
Cuadros y figuras	325
Elementos complementarios	325
Trabajos de investigación	326
Glosario	329
Bibliografía	341
Acerca del autor	351

# Ciencia e investigación científica

Actualmente vivimos profundos cambios en los ámbitos social, cultural y económico, con importantes transformaciones en los contextos mundial y nacional, que repercuten en la vida cotidiana de todos los seres humanos. Esto se debe en gran parte a los desarrollos científicos logrados durante el siglo xx y a su aplicación tecnológica en todas las esferas.

Estos procesos también han repercutido en la producción del conocimiento, originando el derrumbe de certezas, verdades aceptadas, utopías, ideologías, mitos y paradigmas científicos hasta ahora intocables, como la epistemología y la teoría positivista, con su reconocido método científico. Las nuevas situaciones han desvanecido también las tradiciones de la enseñanza científica y generado problemas inéditos, así como la necesidad de encontrar otras formas de enseñar que sean originales y creativas. Lo interesante consiste en la amplitud de los espacios de reflexión que se abren sobre las posibilidades de construcción del conocimiento científico en el campo de las ciencias y especialmente en las disciplinas sociales.

En el horizonte se vislumbran situaciones revolucionarias en el ámbito del conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas, por lo cual debemos poner en práctica estrategias de enseñanza que permitan asimilar los cambios de esta nueva cultura científica. Es indudable que el conocimiento —y su generación: la investigación— será el eje de la educación actual en la ejecución de los sistemas curriculares escolares. Aquellas sociedades que no respondan a tales requerimientos se quedarán atrás.

De lo anterior inferimos la necesidad de generar nuevas alternativas a la enseñanza de la ciencia y la investigación, para producir mentalidades abiertas e innovadoras frente a la realidad compleja. Sin embargo, para visualizar el futuro también es necesario conocer el pasado, ya que este nos permite orientarnos en las tendencias y procesos posibles. A la inversa de las visiones y prácticas educativas tradicionales, la propuesta es que el análisis debe partir de la estructuración del presente para entender el tiempo anterior.

## Paradigma clásico de la ciencia occidental

Gracias a su racionalidad, el hombre ha generado un cuerpo de ideas llamado *ciencia*, el cual cuando es instrumentado para mejorar la vida cotidiana de los seres humanos se denomina *tecnología*. Mario Bunge (1981a, p. 9) plantea lo siguiente: “La ciencia como actividad —como investigación— pertenece a la vida social; en cuanto se 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”.

El Renacimiento nos heredó un modelo de ciencia que fundamentó todos los avances científicos y tecnológicos de hoy en día, un modelo que posibilitó el desarrollo de una gran variedad de planteamientos teóricos, disciplinas y especialidades, y que culminó con la actual explosión de conocimientos e información que vivimos. Sin embargo, este modelo tradicional de ciencia comienza a erigirse en un obstáculo epistemológico que impide el desarrollo de la investigación científica.

Este paradigma clásico surgió en el siglo XVII como una ruptura revolucionaria con la filosofía y el pensamiento de la Europa medieval: la ciencia es un proceso de ruptura frente a la escolástica. El conocimiento se enfocó a partir de ese momento en la realidad natural y transformó el entorno, con lo cual se generaron las bases de la ciencia moderna. Estas importantes transiciones renacentistas han posibilitado su aplicación y transferencia a otros ámbitos de la vida cotidiana.

Las bases para esta ruptura y nuevos desarrollos son obra de un físico y un filósofo: Isaac Newton y René Descartes. Newton nació en 1642 (el mismo año en que murió Galileo) y estructuró una matemática que permitió conceptualizar la naturaleza en forma mecanicista, integrando las obras de Nicolás Copérnico y Johannes Kepler, por un lado, y los planteamientos de Francis Bacon y René Descartes, por el otro. Su genial descubrimiento tuvo lugar cuando comprendió que la fuerza que hacía que una manzana fuera atraída hacia la Tierra al caer de un árbol era la misma que atraía los planetas hacia el Sol. Al trasladar esto a un lenguaje matemático propuso la famosa ley que postula que dos puntos materiales (dos cuerpos puntiformes) se atraen siempre con una fuerza directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. Estos desarrollos configuraron una visión determinista del universo, como si este fuera un inmenso sistema mecánico, un reloj gigantesco en el que todo lo material podía ser explicado por medio de una cadena inter-

dependiente de causas y efectos. Posteriormente, por medio del empirismo, los pensadores John Locke, Thomas Hobbes, David Hume y George Berkeley aplicaron el modelo fisicomecánico de Newton tanto a la vida animal como a la humana.

Por otro lado, la filosofía cartesiana contribuyó a configurar este modelo clásico de la ciencia al plantear un dualismo absoluto entre la mente (*res cogitans*) y la materia (*res extensa*), que permitió considerar que la realidad o el mundo material puede ser observado y descrito objetivamente, sin que intervenga la subjetividad del observador. En la segunda máxima del *Discurso del método* ([1637] 1974), Descartes establece como un elemento fundamental del pensamiento científico positivista: “fragmentar todo problema en tantos elementos simples y separados como sea posible”.

En la Antigüedad clásica predominaba una visión mágica del universo, con la cual rompieron algunos filósofos griegos cuando fundamentaron la posibilidad que tiene el hombre de conocer por medio de la razón. En este modelo del pensamiento racional destaca tanto la figura del gran filósofo Aristóteles, cuya influencia perdurará alrededor de dos milenios en la historia de la ciencia, e incluso en el terreno de la filosofía, hasta nuestros días. En el Occidente medieval era tan sólida su importancia que citar sus escritos constituía el principio de autoridad. En pocas palabras, si Aristóteles lo había dicho, entonces era una verdad científica inapelable.

Sin embargo, con la obra de Copérnico en el siglo XVI y con la de Galileo en el XVII, sobrevino la crisis del modelo aristotélico. Estos dos científicos, por medio de la observación sistemática de los fenómenos naturales y de deducciones basadas en dichas observaciones, rompieron con el principio de autoridad y demostraron a los intelectuales de su época que la fuente del conocimiento no estaba en la Biblia ni en los escritos de Aristóteles, como se pensaba. En referencia a esta transición, Alan Chalmers (1984, p. 11) anota: “El filósofo Francis Bacon y muchos de sus contemporáneos resumían la actitud científica de la época cuando insistían en que si queremos entender la naturaleza, debemos consultar la naturaleza y no los escritos de Aristóteles”.

Precisamente Francis Bacon es uno de los primeros filósofos que comienza a plantear la ciencia experimental, al considerar fundamental la observación de la naturaleza para comprender las leyes que la gobiernan, y postula dejar a un lado las especulaciones y meditaciones teóricas sobre la realidad como primer paso para comprenderla. Esta ruptura del pensamiento del siglo XVII con la tradición filosófica de la Edad Media sentó los

fundamentos de la ciencia moderna y creó un nuevo tipo de racionalidad sobre dos ejes: por un lado, la primacía de la observación de la naturaleza sobre la meditación de los textos clásicos y, por el otro, la del conocimiento disciplinar de la física en relación con la metafísica.

En el siglo xvii, Francis Bacon editó el *Novum Organum* (1620), que puso las bases de la metodología empirista e inductiva, y Descartes fundamentó la metodología racionalista, analítica, matemática y deductiva en el *Discurso del método* (1637). Estos dos tratados son los pilares del método científico, el cual será examinado ampliamente en la *Crítica de la razón pura* (1781) de Immanuel Kant. Por su parte, Newton elaboró una síntesis e integración metodológica en su *Principia mathematica* (1687).

El pensador Miguel Martínez Miguélez (1993, pp. 1-72) sostiene: “Si tuviéramos que sintetizar en pocos conceptos el modelo o paradigma newtoniano-cartesiano, señalaríamos que valora, privilegia, defiende y propugna la objetividad del conocimiento, el determinismo de los fenómenos, la experiencia sensible, la cuantificación aleatoria de las medidas, la lógica formal y la *verificación empírica*”.



Copérnico, Kepler, Galileo y Newton rompieron con la mentalidad de la sociedad occidental cristiano-medieval de un cosmos perfectamente ordenado que giraba alrededor de la Tierra; desde entonces se intentó impulsar un nuevo imaginario social ya no mediante la fe religiosa, sino con la racionalidad científica.

A partir de las bases que se determinaron en el siglo xvii, la filosofía de la ciencia que se desarrolló durante los siglos xviii y xix consistió tanto en el análisis de los fundamentos y métodos matemáticos como en la evolución y perfeccionamiento del método experimental. Este proceso, sustentado en las bases epistemológicas del empirismo, dio paso en la segunda mitad del siglo xix al positivismo.

## Positivismo

Auguste Comte fue quien desarrolló la filosofía positivista, así como la generalidad de sus planteamientos teóricos, pues el positivismo se estructuró paulatinamente y no contó con una elaboración sistemática. No obstante, los postulados cardinales de esta corriente filosófica se concentran en el

dominio absoluto de los hechos observados en la experiencia y en las ciencias de la naturaleza como el ideal o la máxima expresión del *saber positivo*. De aquí la constante lucha por encuadrar a las ciencias sociales con los criterios de las ciencias naturales.

Independientemente de que el término *positivismo* es utilizado en forma muy vaga y amplia, designa una postura epistemológica con criterios definidos acerca de la naturaleza del conocimiento humano. Esta corriente considera como conocimiento válido solo aquel que podemos establecer con base en la experiencia. Popper (1980, pp. 34-35) analiza esta manera de comprender o delimitar el conocimiento científico de otros saberes así:

Los antiguos positivistas estaban dispuestos a admitir únicamente como científico o legítimo aquellos conceptos (o nociones o ideas) que, como ellos decían, derivaban de la experiencia; o sea, los conceptos que ellos creían lógicamente reducibles a elementos de la experiencia sensorial, como sensaciones (o datos sensibles), impresiones, percepciones, recuerdos visuales o auditivos, etcétera [...] Los positivistas modernos son capaces de ver con mayor claridad que la ciencia no es un sistema de conceptos, sino más bien un sistema de enunciados. En consecuencia, están dispuestos a admitir únicamente como científicos o legítimos los enunciados que son reducibles a enunciados elementales (o “atómicos”) de experiencia: a “juicios de percepción”, “proposiciones atómicas”, “cláusulas protocolarias” o como quieran llamarlos.

A partir de estos postulados es necesario que el investigador se desprenda de todo tipo de prejuicios y presuposiciones para actuar o investigar en las ciencias sociales de la misma forma que en las ciencias de la naturaleza, y que separe los juicios sobre los datos, hechos o fenómenos de los juicios de valor. En pocas palabras: separar la *ciencia* de la *ideología*.

De acuerdo con Mardones y Ursúa (1998, pp. 19-20), el positivismo es un concepto escurridizo, porque se puede aplicar a una gama de autores muy amplia; así que el común denominador de esta corriente lo definen cuatro puntos:

- *El monismo metodológico*. Los objetos abordados por la investigación científica pueden ser, y son de hecho, diversos, pero hay, como diría Comte, unidad de método y homogeneidad doctrinal. Es decir, solo se puede entender de una única forma aquello que se considere una auténtica explicación científica.

- *El modelo o canon de las ciencias naturales exactas.* Para Comte y Mill, la unidad de método, el llamado *método positivo*, tenía un canon o ideal metodológico frente al cual eran confrontados el grado de desarrollo y perfección de las demás ciencias. Este registro lo constituía la ciencia fisicomatemática. Por él vendría medida la *cientificidad* de las nacientes ciencias del hombre.
- *La explicación causal o erklären como característica de la explicación científica.* La ciencia trata de responder “por qué” ha sucedido un hecho, es decir, responde la cuestión acerca de las causas o motivos fundamentales. Las explicaciones científicas son, por consiguiente, “causalistas”, aunque sea en un sentido muy amplio. Si nos remitimos a Comte y Mill, tal explicación de carácter causal queda expresada también en la búsqueda de leyes generales hipotéticas de la naturaleza que subsuman los casos o hechos individuales. Hay un vocablo alemán que resume y condensa este método científico: el *erklären* (= explicación), en inglés *explanation* (traducido a veces como explicación).
- *El interés dominador del conocimiento positivista.* Desde Bacon hasta Comte el énfasis recae en la predicción de los fenómenos. El control y dominio de la naturaleza constituye el objetivo de dicho interés. La amenaza que ronda es cosificar y reducir a objeto todo, hasta el hombre. Cuando la razón es unilateralizada hacia este lado y absolutiza sus posiciones, estamos ante lo que Adorno y Habermas denominan la *razón instrumental*.

El desarrollo posterior de esta corriente es conocido como positivismo lógico, el cual aparece en los años veinte en el Círculo de Viena, escuela filosófica iniciada en esta capital europea y con amplia repercusión en el siglo xx.

### **Positivismo lógico: el Círculo de Viena**

En la Universidad de Viena en 1922 fue creada la cátedra de filosofía de las ciencias inductivas, impartida por Moritz Schlick, y alrededor de ella se generó el célebre e importante Círculo de Viena, que los historiadores consideran la primera gran escuela en el mundo de la epistemología y teoría de la ciencia. Este círculo de pensadores estaba compuesto por reconocidas personalidades con formación científica, como Schlick, Carnap, Reichenbach, Neurath, Feigl, Waismann, Krak, Menger, Hahn, Frank y

Godel, entre otros. Cuando este grupo hizo público su manifiesto en 1929, comenzó a utilizarse su denominación como Círculo de Viena.

El auge del nazismo rompió con esta escuela, debido a que muchos de sus miembros eran judíos o socialdemócratas, por lo que la mayoría emigró a Estados Unidos y a otros países, pero de este modo ganaron en la difusión de sus ideas y en una rápida aceptación internacional de sus planteamientos. El éxodo permitió a estos pensadores trabajar con diferentes grupos de filósofos analíticos anglosajones, produciendo lo que se denominó *filosofía analítica de la ciencia* o *filosofía científica*, opuesta a la metafísica clásica. Sus críticas se dirigieron especialmente contra Hegel y Heidegger, ya que consideraron que este tipo de filosofía estaba constituida por seudoproposiciones sin correlato empírico. Para estos pensadores, la filosofía científica necesitaba el apoyo y sostén de la lógica, las matemáticas y, muy particularmente, de la física.

El proyecto más destacado del Círculo de Viena consistió en elaborar la *Enciclopedia internacional de la ciencia unificada* (1938). Defendieron con ello la idea de que el programa positivista de Comte debía terminar e incluyeron la psicología, la sociología y la filosofía en las ciencias positivas. Con este propósito, trabajaron con científicos de diferentes disciplinas para tratar de cumplir todas sus implicaciones. El proyecto fue estructurado por medio del fisicalismo, enunciado por Otto Neurath y aceptado por Rudolf Carnap, que consistía en la subordinación de todos los enunciados científicos al lenguaje fisicalista, estrictamente empirista; por ello siempre se debía partir en toda ciencia de enunciados empíricos atomistas o singulares que fueran estrictamente observacionales.

La inducción y la lógica matemáticas permitirían posteriormente construir teorías y enunciados generales o universales. Su proyecto integraba a todas las ciencias y de esa forma podrían unificarse las diferentes disciplinas y conocimientos por medio de proposiciones singulares, expresadas en lenguaje puramente observacional y con un mismo formato lógico para todas las ciencias empíricas o fácticas.



El Círculo de Viena diferenció la ciencia de la filosofía metafísica, apoyado en un criterio epistemológico de significatividad cognoscitiva, esto es, entre la gran cantidad de enunciados posibles del lenguaje existen dos propiamente científicos: las proposiciones analíticas y las que pueden ser confirmadas por la experiencia.

El primer tipo de proposiciones son enunciados *típicos* de las matemáticas y de la lógica, denominadas por esta escuela *ciencias formales*: tratan de entes ideales, no dan información de la realidad y son figuras abstractas que solo existen en el pensamiento humano. Los enunciados analíticos de las ciencias formales no aportan información de ningún tipo sobre el mundo y la materia prima que emplean es ideal, no fáctica. Por el contrario, en las ciencias empíricas o fácticas todos sus enunciados deben ser confirmados por la experiencia. A decir de Kant, deben ser verdades *a posteriori*. Por ello la verificabilidad constituye el criterio de demarcación de las ciencias fácticas o empíricas respecto de cualquier otro tipo de conocimiento.

Al decir de los pensadores del Círculo de Viena, un enunciado será científico si es *verificable* y, por tanto, sus términos deben contar con significado empírico, si bien a este criterio posteriormente se le hicieron algunas modificaciones.

### Visión positivista: el método científico único

A la gran variedad de conocimientos de la vida cotidiana se puede acceder de diferentes maneras, pero siempre que denominemos *científico* un conocimiento será porque suponemos que cuenta con una serie de características que lo diferencian de aquel conocimiento al cual podemos acceder por otros caminos, como son el arte, la filosofía, la religión, el sentido común, entre otros.



La idea dominante de la corriente positivista consiste en caracterizar el conocimiento científico como una verdad irrefutable de la que no podemos dudar y que está más allá de todo tipo de discusión. Además, supone que tal conocimiento es producto del método científico, lo cual garantiza su veracidad.

El enfoque metodológico que sustenta los planteamientos de unicidad y veracidad del conocimiento científico es sugerido por la epistemología empírica y posteriormente por el positivismo y el neopositivismo. El método es el hipotético-deductivo, es decir, considera que la investigación científica se inicia a partir de *hipótesis* que, en lo posible, devienen en leyes universales, las cuales van a permitir comparar consecuencias deductivas con los resultados de las observaciones y de los experimentos realizados.

La primera parte de este proceso —hipotética o inductiva— consiste en que mediante el examen de una serie de casos o afirmaciones particulares es posible llegar a una afirmación general que expresa un concepto.

El *principio de inducción* es definido del modo siguiente: si en una amplia variedad de condiciones observamos una gran cantidad de  $A$  y todas las  $A$  observadas poseen la propiedad  $B$ , entonces *todas* las  $A$  poseen la propiedad  $B$  o, lo que es lo mismo, la observación de un gran número de casos particulares en los que  $A$  siempre tiene la propiedad  $B$  permite establecer la ley general según la cual cualquier  $A$  posible tendrá la propiedad  $B$ .

El desarrollo del razonamiento inductivo aplicado en el proceso de investigación se puede delinear de la forma siguiente: el investigador debe partir de una observación lo más fiel posible de los hechos o fenómenos de la realidad que estudia, sin prejuicios y sin introducir elementos subjetivos en sus observaciones. Esto le permite recopilar enunciados observacionales verdaderos, que por ser particulares de la situación que se estudia, son denominados *singulares*. De esta manera, por medio de un proceso de observación directa de una gran cantidad de enunciados singulares (en una amplia variedad de condiciones y situaciones diferentes), siempre y cuando ninguno de ellos esté en contradicción con la ley universal que se busca lograr, estos pasarán a ser enunciados *generales* o leyes universales. Karl Popper (1980, p. 27) analiza este proceso de la forma siguiente: “El hombre de ciencia, ya sea teórico o experimental, propone enunciados o sistemas de enunciados y los contrasta paso a paso. En particular, en el campo de las ciencias empíricas construye hipótesis —o sistemas de teorías— y las contrasta con la experiencia por medio de observaciones y experimentos”.

Por ejemplo, supongamos que el observador descubre gran cantidad de cuervos en una amplia variedad de situaciones y condiciones diferentes, y observa que en todos los casos son negros, entonces sería perfectamente válido inferir que todos los cuervos son negros.

Aquí existen dos problemas fundamentales: por un lado, la justificación del principio de inducción no puede ser una argumentación lógicamente válida. David Hume, en la mitad del siglo XVIII, demostró lo anterior mediante lo que denominó el *problema de la inducción*, que se constituyó en un obstáculo insalvable. Popper también es reconocido por su total rechazo a cualquier forma lógica inductiva. Al trabajar los métodos de las ciencias empíricas, comenta una tesis que cuenta con mucha aceptación, pero a la cual se opone, porque este tipo de ciencias se caracteriza por emplear los denominados *métodos inductivos*.

Es común llamar *inductiva* a una inferencia cuando pasa de *enunciados singulares* (o particulares), como descripciones de los resultados de observaciones o experimentos, a *enunciados universales*, como hipótesis o teorías. Popper (1980, p. 27) argumenta que desde el punto de vista lógico no es posible justificar enunciados universales a partir de enunciados singulares, por más que estos últimos sean numerosos, debido a que cualquier tipo de conclusión que se pueda obtener siempre cuenta con el riesgo de resultar en algún momento falsa. Esto se debe a que la argumentación es tautológica y utiliza la misma argumentación inductiva que trata de justificar, es decir, a partir de cierta cantidad de enunciados singulares exitosos se produce un salto mortal o, más bien, un salto lógico y se infiere un enunciado universal.

Lo equivocado en este tipo de planteamiento es notorio en el cuento del pavo inductivista del gran matemático Bertrand Russell (1912, mencionado por Chalmers, 1984, pp. 28-29):

[este pavo] descubrió que, en su primera mañana en la granja avícola, comía a las 9 de la mañana. Sin embargo, como era un buen inductivista, no sacó conclusiones precipitadas. Esperó hasta que recogió una gran cantidad de observaciones de que comía a las 9 de la mañana e hizo estas observaciones en una gran variedad de circunstancias, en miércoles y jueves, en días fríos y calurosos, en días lluviosos y días soleados. Cada día añadía un nuevo enunciado observacional a su lista. Por último, su conciencia inductivista se sintió satisfecha y efectuó una inferencia inductiva para concluir: “Siempre como a las 9 de la mañana”. Pero, ¡ay!, se demostró de manera indudable que esta conclusión era falsa cuando la víspera de Navidad, en vez de darle comida, le cortaron el cuello. Una inferencia inductiva con premisas verdaderas ha llevado a una conclusión falsa.

Por eso, desde el punto de vista lógico es imposible justificar el principio de inducción. No podemos saltar de un número finito de enunciados observacionales particulares a un juicio infinito universal. Popper ejemplifica esto en la forma siguiente: cualquiera que pueda ser el número de cisnes blancos que hayamos podido observar, nunca podremos justificar la conclusión de que *todos* los cisnes sean blancos; en cualquier situación futura puede aparecer un cisne rosa o de cualquier otro color. Podríamos establecer la verdad de los enunciados universales si nos apoyamos en la experiencia y, para muchos científicos positivistas, así es, pero indudablemente todo discurso científico que cuenta con los resultados de un experimento u obser-

vación parte de enunciados singulares y no podemos generalizarlos. Otro fundador del empirismo lógico, Reichenbach, sostenía que no es cuestión de lógica, sino de *acción práctica*; pero una vez más la experiencia práctica tampoco puede justificar la validez del principio inductivo, ni siquiera de manera probabilística. Puede considerarse aparentemente razonable que, a medida que las observaciones aumentan en relación con una ley universal, la probabilidad de que esta sea verdadera crece. Sin embargo, cualquier evidencia observacional tendrá en la realidad un número infinito de posibles situaciones. Por ende, la probabilidad de que la generalización universal sea cierta matemáticamente se representaría como un número finito dividido entre un número infinito, y el resultado es cero.

Otro problema de la inducción radica en que sus juicios están apoyados en la observación, una supuesta base segura para el examen de los hechos. Sin embargo, ni los hechos ni los datos, por más que los observemos, permiten inferir por sí mismos nada y los datos sin teorías carecen de significado. Los hechos o datos necesitan ser explicados, para lo cual necesitamos alguna teoría que permita interpretarlos. Cabe acotar que la observación instrumental, por otro lado, es una interacción del observador y de los instrumentos con aquello que pretendemos observar, lo cual significa que este acto perturba de alguna manera el fenómeno observado, por lo que el método inductivo cuenta con gran cantidad de contradicciones y dificultades, acaso imposibles de superar.

Prosiguiendo con el método científico o experimental, por medio de este proceso de inferencia y generalización logramos establecer *leyes científicas* que, estructuradas y relacionadas entre sí en referencia a un campo disciplinar dado, van a conformar las *teorías científicas*. Cuando el científico positivista cuenta con leyes y teorías generales o universales, puede entonces apelar al método de la deducción lógica y realizar *predicciones y explicaciones*.

El enfoque metodológico que prosigue después de la inducción es el proceso hipotético-deductivo. En lo posible se trata, o es deseable, que las hipótesis que formulamos sean leyes universales, cuya verificación pueda efectuarse en la comparación de sus consecuencias deductivas o predictivas con los productos de las observaciones y experimentos. Esta parte del método experimental o científico se desarrolla en tres fases:

- *Primer momento:* Proponemos una hipótesis, lo que desde el punto de vista lógico se enuncia como *todo A es B*, por ejemplo, “todos los ácidos vuelven rojo el papel tornasol”.

- *Segundo momento*: Deducimos a partir de la hipótesis, lo que lógicamente es *si todo A es B, entonces C*, o en el ejemplo “si este líquido vuelve rojo el papel tornasol, entonces es un ácido”.
- *Tercer momento*: Verificamos la deducción mediante observación o experimentos.

El primer y segundo momentos son las premisas lógicas y el tercero es la conclusión o comprobación. Hempel y Oppenheim fundamentan que el método científico y la explicación científica están estrechamente relacionados, de tal manera que la explicación científica se configura en dos partes: el hecho que queremos explicar o *explanandum* y sus premisas o *explanans*, constituidas por un conjunto de leyes universales y un conjunto de enunciados que informan o dan cuenta del evento (condiciones iniciales).

La explicación o deducción lógica cuenta con lo siguiente:

I. Condiciones iniciales (C)	<i>Explanans</i> (lo que explica)
II. Leyes generales o causales (L)	
<hr/>	
III. Evento (E) (Descripción del hecho que se explica)	<i>Explanandum</i> (lo explicado)

Por tanto, explicar un fenómeno dado es demostrar cómo está contemplado dentro de la explicación de una ley científica. Tal explicación puede ser de hechos singulares o de regularidades empíricas o de leyes de alto nivel de generalidad, y debe satisfacer ciertas condiciones lógicas y empíricas, a saber:

1. Condiciones lógicas de adecuación
  - 1.1 El *explanandum* debe ser una consecuencia lógica del *explanans*.
  - 1.2 El *explanans* debe contener leyes universales.
2. Condiciones empíricas de adecuación
  - 2.1 El *explanans* debe tener contenido empírico, esto es, que por lo menos en principio sea posible comprobarlo mediante la observación.
  - 2.2 Las oraciones que constituyen el *explanans* deben estar bien confirmadas.