

JUAN SAMAJA

# EL PROCESO DE LA CIENCIA

## Una breve introducción a la investigación científica

### 1.- “El proceso de investigación científica

En esta monografía voy a exponer dos de las principales nociones con las cuales se puede comprender y organizar el proceso de investigación científica: la noción de proceso de la ciencia y la de diseño del objeto científico.

Comenzaré, como es obvio, con la primera de estas nociones y de ella (de “el proceso de la ciencia”) trataré de desprender el cuadro de las nociones en las que se inserta el trabajo del diseño.

La noción de “proceso” implica, en general, el significado de una serie de transformaciones que le *comienzan a ocurrir* a cierta *cosa* hasta que finalmente se *alcanza un cierto estado*. Quien emplea la palabra “proceso” presupone, pues, esos significados elementales: i.- un estado inicial de cierto asunto o cosa; ii.- una serie de operaciones de transformación que comienzan a suceder y siguen sucediendo hasta que iii.- aparece un estado final: el producto en el que el proceso “se extingue”.

El “proceso de investigación científica” contiene a su manera estar tres nociones: i.- el asunto o sus condiciones de realización: ii.- los cursos de acción; y iii.- el producto. Veámoslo en un diagrama:

### Componentes del Proceso de Investigación

El proceso de investigación científica es algo que les sucede a los conocimientos que tienen los hombres. En principio, entonces, el escenario o las condiciones de contorno de toda investigación científica particular es el conjunto de conocimientos o creencias que los seres humanos tienen acerca de algún asunto en particular.

Sin duda, *los conocimientos* que los hombres tienen de las cosas poseen una importancia suprema para ellos: forman parte constitutiva de la vida misma; de los recursos vitales de que disponen para sobrevivir. Igualmente es indudable que los conocimientos humanos cambian: son inseparables de los procesos en que se han ido formando las sociedades humanas; es decir, los conocimientos humanos han estado sometidos a procesos de nacimiento y transformación incesantes.

Sin embargo, debemos reconocer que los hombres toleran muy mal la diversidad y las variaciones de conocimientos. Lo que es verdad para ciertas sociedades es falsedad para otras; lo que es cierto para una generación llega a ser falso para la siguiente... y con gran frecuencia esta diversidad conduce a enfrentamientos verdaderamente trágicos.

¿Qué saben o creen saber los europeos de la conquista y colonización de América por parte de Europa? ¿Y qué saben los descendientes de las etnias americanas de este mismo hecho? ¿Qué creen saber serbios y croatas acerca de sus derechos nacionales sobre los territorios en litigio?

Es notorio que saben o creen saber cosas muy distintas. Ahora bien, la diferencia entre saberes sobre un mismo objeto no puede sostenerse: si A es verdadero, no A no puede serlo. Alguien deberá cambiar su conocimiento. ¿Quién? El que esté en el error. Pero, ¿cómo demostrar quién está en el error y quién en la verdad?

Las investigaciones de antropología y sociología del conocimiento nos muestran de manera convincente que los sistemas de conocimientos de las sociedades no se cambian desde fuera ni tampoco se cambian de cualquier manera: esos sistemas poseen sus propias pautas para evaluarse; para juzgar lo que es verdad o falsedad y para determinar lo que es una buena o una mala prueba. De esa suerte, las diferencias que se pueden dirimir son solamente aquellas diferencias de carácter secundario, que no ponen en juego el conjunto de *evidencia de base* sobre la que se asienta el saber. Los cambios que se pueden introducir en un sistema dado de conocimiento (= de creencias) son sólo aquellos cambios que resultan compatibles con la conservación del sistema en su totalidad.

Esta función esencial del conocimiento le viene impuesto a la especie humana desde el fondo de su historia evolutiva: todo conocimiento (todo contenido o acto de conciencia) supone un cierto carácter impositivo: el organismo que “sabe algo” (o que “cree que sabe...”)\_ si un organismo “sabe” que delante suyo hay un precipicio, queda *ipso facto* paralizado ante él, siendo completamente indiferente que ese saber sea verdadero o ilusorio. Tal es el caso de una mariposa que cree saber que delante suyo se abre un espacio libre, aunque se encuentre aprisionada detrás de un cristal: insistirá en querer volar en esa dirección tal como se lo impone “su saber” (3).

La Epistemología contemporánea ha mostrado que el mecanismo del conocimiento puede describirse como asimilación de los datos del objeto a sus esquemas de conducta, como parte de sus mecanismos de autoregulación.(4) Aplicada esta teoría al *acto de comprensión* humana, resultaría que ésta es el proceso por el cual los individuos de una cierta cultura asimilan los objetos de sus experiencias a las *evidencias* o esquemas básicos de su cultura. Las experiencias exógenas son comprendidas o dotadas de significación mediante una reelaboración endógena: el contenido representado de las experiencias externas es re-obtenido por medio de un acto interno del sujeto mediante el cual éste genera el “mismo” contenido que el hecho externo, pero ahora como si hubiera sido desprendido de sus propios presupuestos.

La comprensión es, entonces, un acto generativo, en el sentido de que algo queda comprendido o, en sentido amplio, explicado para un sujeto cuando pudo ser derivado (= generado) imaginariamente de lo que es evidente para ese sujeto. Explicar “para otro” será, entonces, derivar un contenido a partir de premisas evidentes para ese otro.(5)

Ahora bien, así caracterizada la explicación o comprensión humana, vale tanto para la conciencia mítica como para la conciencia científica: estamos, como diría Piaget ante una necesidad general de la conciencia humana: el reemplazo de lo exógeno por lo endógeno; la asimilación como momento esencial de las conductas adaptativas.

Sin embargo el ser humano adquirió -en algún momento de su historia- una *cierta* capacidad de liberarse de esta autoridad omnipotente de las creencias (de las propias y de las comunes): mediante una operación reflexiva que le permite *saber de su saber*. Una capacidad que se denomina “autoconciencia” (y que contiene la posibilidad de alcanzar una perspectiva *crítica* del propio saber, por más compartido que sea).

*“El hombre conoce y también es consciente de que conoce. Adquirimos, poseemos y usamos nuestro conocimiento; pero al mismo tiempo, somos conscientes de nuestras actividades como conocedores.” S. Toulmin [1977. T.1, 17].*

En todas las formas de la conciencia específicamente humana hay ya un componente reflexivo, autoconciente, por el cual el sujeto consciente siempre puede agregar a su representación el giro reflexivo: “Yo pienso... eso.” Es decir, que el conocimiento humano es siempre doble: 1. sabe *de algo* [eso], y 2. sabe *de sí* como sujeto de ese saber [Yo pienso].

Esa capacidad reflexiva encierra una decisiva consecuencia: abre la posibilidad de *examinar la fuente de la autoridad del saber*.

Sin embargo, esa posibilidad recién se actualizó de manera efectiva a partir del surgimiento de las sociedades civilizadas, a partir de ciertas transformaciones profundas que se produjeron en los sistemas culturales.

¿Cómo se produjeron esas fisuras en el edificio de las representaciones y creencias de las sociedades primitivas?

De alguna manera la crisis del poder de las creencias “va de la mano” con la aparición de *conflictos entre creencias*.

Se comprende que si las creencias de la vida social, el litigio entre creencias debió de surgir en estrecha relación con la aparición de litigios en la vida social misma.

La unidad de las comunidades primitivas fue sustituida, en el paso de la prehistoria a las sociedades civilizadas, por la unidad del Estado como el órgano responsable de preservar la “comunidad” a través de las diferencias y luchas de las clases.

Las evidencias sociales que en las sociedades prehistóricas emergía de la vida comunitaria misma, al quebrantarse la unidad de intereses sociales, como resultado de ciertas innovaciones tecnológicas<sup>(6)</sup>, llegaron a ser asunto de litigio. Ahora bien, los litigios se resuelven mediante el diálogo o mediante las armas.

En las sociedades con conflictos de clase, la cuestión de la validez del saber, presupone inexorablemente la búsqueda de instancias de acuerdo último, de puntos de partida común a todas las partes en litigio, que en caso de faltar, tornará irremediable el juicio de las armas.

Pero hablar de “juicio de las armas” no es más que una metonimia: en verdad las armas son instrumentos de los agrupamientos de seres humanos ligados por intereses y representaciones comunes más o menos enérgicas. Ese complejo conjunto de factores que decide el resultado de las batallas se transfiguró en la imaginación de las sociedades con Estado como un “Juicio de Dios” que venía a darle la razón a esta o a esta otra clase social. En consecuencia, como se desprende de la teoría de Kelsen: todo Estado existente, es el testimonio concreto de que ciertos grupos pudieron poner de su lado “el juicio de Dios” en los conflictos con las otras fracciones sociales, logrando establecer su hegemonía; y, por lo mismo, es el testimonio de que lograron imponer un *conjunto suficiente* de intereses y representaciones como “intereses comunes”, como *f fuente última de evidencia* para interpretar la verdad “común”<sup>(7)</sup>, el bien “común” y el sentido “común” de belleza, para todos los individuos de esa sociedad (a pesar de sus diferencias de clase). Estos presupuestos son “consagrados” como el Bien Supremo.<sup>(8)</sup>

### **Dos diferencias entre la “explicación” mítica y la explicación científica**

Tanto la comprensión mitológica como la comprensión científica son mecanismos generativos, en el sentido en que los caractericé en lo precedente. Sin embargo, entre ambos hay al menos dos diferencias esenciales: a.- por una parte, la actitud hacia los supuestos y b.- por otra parte, la naturaleza de los mecanismos generativos mediante los cuales se desprenden consecuencias de los supuestos.

**a.-** La actitud científica (o como la llamaron los griegos, “epistémica”) se diferencia de la conciencia mitológica por su disposición a examinar la validez o autoridad que pretende un cierto saber *engendrado conflictivamente* ante otro saber. Dicho examen, aunque se ve forzado por la vigilancia de los órganos estatales a detenerse ante los supuestos o puntos de partida alcanzados, está permanentemente motivado (por la latencia del conflicto social) a ir más allá. El Estado no puede ya cerrar la brecha que el fin de la comunidad primitiva dejó abierta para siempre: brecha por la que se desliza un incesante intento de re-examinar la *fuentes* de donde se deriva en *última instancia* toda autoridad. Está en la naturaleza íntima de la lucha de las clases, el poner de nuevo en “tela de juicio” el carácter “*sacrosanto*” de los presupuestos que el Estado pretende preservar(9).

**b.-** La otra profunda diferencia entre la comprensión mítica y la comprensión científica se refiere a la naturaleza de los mecanismos que emplean para derivar consecuencias de los puntos de partida. Los mecanismos míticos son, por así decirlo, dramáticos, puesto que sus elementos son seres espirituales dotados de conciencia que operan de manera libre y voluntaria. En cambio los mecanismos de la explicación científica son resultantes de las propiedades internas de sistemas formales, los cuales producen esos resultados de modo necesario una vez establecidas las premisas o puntos de partida.

Veamos cómo caracteriza esta diferencia un gran científico contemporáneo (creador de la Teoría de las Catástrofes):

*“La relación entre magia y ciencia se manifiesta entonces esencialmente como la relación entre dos modos de controlar lo imaginario; en el primer caso (la magia), lo imaginario de las pregnancies<sup>(10)</sup> está controlado por la voluntad de los hombres (o de ciertos hombres, los magos, expertos en prácticas eficaces); en el segundo caso (la ciencia), el control está definido por la generatividad interna del lenguaje formal que describe las situaciones exteriores, generatividad sobre la cual el hombre ya no tiene dominio una vez fijadas las condiciones iniciales.”*  
*René Tohm [1990,49].*

En síntesis, el proceso de investigación científica es -en un sentido aún muy general- el conjunto de operaciones que ciertos integrantes de las sociedades con Estado (los científicos) ejecutan sobre las representaciones de objetos relevantes de las experiencias sociales, a fin de traducir dichas experiencias a un cuerpo de descripciones (una morfología o fenomenología) susceptible de ser “cartografiadas”<sup>(11)</sup> sobre un cuerpo teórico que opera como un sistema formal.<sup>(12)</sup>

Los criterios de relevancia, los presupuestos teóricos, y las mismas operaciones que los científicos aplican a los objetos de las experiencias están relacionados entre sí, de manera estrecha, de modo que el análisis que propuse anteriormente en: i.- condiciones de realización; ii.- cursos de acción y iii.- producto, debe ser vista sólo como tres vías de entrada a un mismo recinto o territorio.

### **Condiciones de realización:**

Esta dimensión del proceso remite al conjunto de creencias, contextos institucionales y técnicos que preceden y ponen las condiciones de contorno de todo proceso de investigación. La experiencia social, con sus atravesamientos económicos y políticos, constituye el marco general desde donde se extraen los criterios de relevancia con los cuales se visualizan objetos, problemas, hipótesis, formas legítimas de descripción, etc., etc. Las condiciones de realización proveen la materia prima y los medios para el proceso científico.

### **Cursos de acción:**

Esta dimensión del proceso hace referencia a los procedimientos que los científicos deben llevar a cabo para lograr un doble objetivo: por una parte, los procedimientos destinados a descubrir aspectos desconocidos de los objetos, y por otra parte, los procedimientos para demostrar la verdad de un conocimiento que ya se cree tener. Los cursos de acción o métodos de la ciencia presentan, pues, dos modos de operación: 1.- el modo de descubrimiento (destinado a encontrar respuestas a nuevas preguntas) y 2.- el modo de validación, (cuyo fin es encontrar, proveer y organizar las pruebas para validar ante la comunidad científica (la corporación profesional) y ante la sociedad política las respuestas que se cree que son *verdaderas*.

(En este componente del proceso se encuentran los temas y conceptos específicos de la metodología, como disciplina científica).

**El producto:**

Con esta dimensión del proceso se hace referencia a las descripciones y explicaciones que el científico pretende lograr como resultado de sus operaciones de “investigación”. Este resultado de alguna manera pasará a integrar el acervo de conocimientos consagrados como científicos y, en consecuencia, se transformará en punto de partida obligado para nuevos procesos de investigación.

## **2. Los aspectos más generales del método**

Ya dijimos que la explicación científica (nombre genérico que le podemos dar al producto *final* <sup>(13)</sup> que persigue un investigador) es un resultado que se obtiene cuando se logra “cartografiar” una descripción sobre una teoría (es decir, cuando se logra mostrar que los estados posibles del objeto pueden ser obtenidos mediante transformaciones formales de las premisas de la teoría<sup>(14)</sup> y, por ende, prever sus comportamientos futuros).

El trabajo del científico no arranca de cero: antes de toda investigación el científico se encuentra, *por un lado*, con una realidad que siempre está mediatizada por un conjunto de conocimientos que se suele denominar “conocimiento vulgar”, en cuya trama se encuentran percepciones; prejuicios vulgares; representaciones religiosas; valoraciones éticas y estéticas, etc., etc. *Por otro lado*, el científico, como integrante de una corporación profesional, también encuentra como un contexto previo diversas teorías científicas de investigadores que le han precedido, y con las cuales se encuentra en relación de adhesión o disidencia.

Su trabajo, sea que se disponga a crear una nueva teoría o a demostrar la aplicabilidad de la vieja a un nuevo sector del objeto, consistirá antes que nada en delimitar su objeto, del plexo de determinaciones que se muestran en la experiencias corrientes, para traducirlo a datos que puedan ser interpretados mediante los conceptos de la teoría.

Todo objeto real puede ser determinado por un número infinito de atributos, relaciones y contextos. Siempre que un sujeto se relaciona con un objeto semejante, opera de manera inevitable una drástica reducción de esa infinitud.



Igualmente opera un científico: reduce la infinitud de variables que constituyen a su objeto a alguna pocas que resultan relevantes bajo el influjo de una cierta teoría:

*“Se advertirá, -escribió R. Ashby-, que toda ‘máquina’ real contiene un número de variables no inferior a infinito, que han de pasarse necesariamente por alto salvo unas pocas. De este modo, si nos pusiésemos a estudiar la oscilación de un péndulo en relación con su longitud, nos interesaría su desviación angular en diversos momentos, mientras que no tendríamos en cuenta, en la mayor parte de los casos, la composición química del peso, el albedo de su superficie, la conductividad eléctrica del hilo de suspensión, la densidad, forma y envejecimiento de la aleación de que estuviera formado el peso, su grado de contaminación bacterica, etc. (la lista cuanto podría pasarse por alto es indefinidamente extensible). El experimentador, que se enfrenta con este infinito número de variables, tiene que escoger para su examen un número definido de ellas (y, desde luego, eso es lo que hace): dicho de otro modo, define un sistema abstracto.” [1965, 29 y 30] (El subrayado es de Ashby.)*

En la literatura epistemológica contemporánea con frecuencia se denomina a este sistema abstracto que diseña el científico “objeto modelo”(15). El “objeto modelo” es el objeto tal como resulta definido por el conjunto de atributos, relaciones y contextos que se ha seleccionado como *relevantes* para su estudio. Esto que acabo de decir, será expresado más adelante de otra manera: diciendo que el “objeto modelo” es el objeto tal como queda definido por el sistema de *matrices de datos* conque el científico traduce su objeto a un cuerpo de enunciados descriptivos, susceptible de análisis y de interpretación teórica.

Algunos autores se han referido a esta construcción del “objeto-modelo” con la imagen de “espacio de atributos”. Esta metáfora utiliza el potente artificio cartesiano de localizar un punto en el espacio infinito mediante un sistema de coordenadas, para sugerir que un objeto real puede ser ubicado en el infinito “espacio” de sus determinaciones posibles mediante un conjunto reducido de variables o clasificaciones, que se comportan como ejes cartesianos: asignándole al objeto una ubicación en una escala o clase de una clasificación(16). Por ejemplo, se puede caracterizar a los niños de una escuela considerando a cada asignatura como una dimensión de su “espacio de atributos” y al puntaje que cada niño obtiene en cada asignatura como la posición que el niño ocupa respecto de ese eje. El conjunto de posiciones de un cierto niño nos proporciona la imagen del “lugar” que ocupa en ese “espacio” de  $n$  dimensiones. Es una imagen del niño: pero no del niño como objeto real, sino como “objeto modelo” o -en términos de Ashby- como sistema abstracto.

Pero el trabajo del científico no se detiene en lograr una morfología o descripción del objeto mediante esta reducción a ciertos atributos, relaciones y contextos relevantes. Pretende, además, establecer cuáles regularidades se observan entre los valores de esas variables, y, más aún, averiguar si esas regularidades se pueden vincular entre sí conforme a relaciones de implicación lógica.

*“Un objeto modelo -escribe Bunge- (incluso ingenioso) servirá poco a menos que se lo encaje en un cuerpo de ideas en cuyo seno puedan establecerse relaciones deductivas.” [1972,25].*

Pero también vale la recíproca: a saber, un sistema de enunciados generales, organizados deductivamente como un sistema formal, servirá de poco si no hay algún objeto modelo al cual se aplique. En palabras de Piaget:

*“Pero una deducción lógica matemática, aún cuando fuera constructiva, no pasaría de ser lógica o matemática y no llegaría a tratar de los hechos, si no hubiera un tercer paso, necesario para la explicación: es la construcción de un modelo adaptado a los mismos hechos y de un tipo tal que permita poner en correspondencia las transformaciones deductivas con las transformaciones reales: el modelo es entonces la proyección del esquema lógico matemático en la realidad, y, por consiguiente, consiste en una representación concreta que encuentra en lo real modos de composición o transformación expresable en términos de este esquema.” [1982,110].*

En consecuencia, el trabajo del científico debe afrontar esta doble tarea:

- 1.- traducir el objeto de la experiencia precientífica en una fenomenología o morfología que sea expresada *en datos*; estos datos describen el objeto en término de los atributos, relaciones y contextos relevantes para una teoría; y
- 2.- proponer un conjunto de principios, que sean congruentes con las evidencias que rigen en las comunidades científicas, y de cuyas relaciones se puedan obtener por medio de transformaciones puramente formales todos los estados relevantes o transformaciones posibles del objeto.

El siguiente diagrama podrá ayudar a la imaginación del lector:

Como se ve, los objetos reales son referenciados por medio de esta conjunción de **a.-** un cuerpo descriptivo de enunciados (sobre los hechos particulares), y de

**b.-** un sistema de premisas generales de las cuales se pueden deducir nuevos enunciados particulares, como si estuvieran implicados en el juego formal de la teoría.

La compleja relación que tienen las teorías con los objetos reales, a través de los *objetos-modelos*, ha sido tema de enconados debates sobre cómo interpretar, ontológica y gnoseológicamente, la verdadera naturaleza y alcance de estos vínculos.

### **3.- Un paréntesis epistemológico**

No es esta monografía el lugar adecuado para caracterizar las numerosas escuelas epistemológicas que están terciando con beligerancia en este debate contemporáneo; sólo diré que se pueden identificar tres grandes vías regias por donde transitan las principales soluciones: 1.- la del apriorismo (formalismo o racionalismo deductivista, representado por Descartes), para el cual los cursos de acción de la ciencia arrancan de las ideas y teorías generales y progresan por vía de deducción; 2.- la del empirismo (o positivismo, representado por J. Locke) para quien los cursos de acción de la investigación científica parten de los datos sensoriales y siguen una dirección inductiva, generalizadora; y 3.- la del constructivismo<sup>(17)</sup> para quien el punto de partida es *la acción*, como matriz desde donde se *exportan* las premisas teóricas y los esquemas de observación.

Quizás el autor que mejor represente el momento fundante de esta línea epistemológica es J. B. Vico<sup>(18)</sup> quien construyó su epistemología en abierta rebelión contra el dilema “deducción/inducción” en que se habían enredado cartesianos y empiristas. Para Vico, ambas tendencias epistemológicas comparten un mismo error: el olvido del proceso de génesis del sujeto de la ciencia.

El apriorismo de los cartesianos reduce el sujeto a un mero sujeto lógico; el empirismo, a un puro sujeto observante. Ninguno incluye, como objeto de interés epistemológico al sujeto viviente: actuante, jurisdicente e histórico; es decir, al mero sujeto protagónico, pre-intelectivo y pre-observante.

En la segunda mitad del siglo XX la crítica que K. Popper, dirigió a la inducción tuvo como consecuencia un retorno de las tesis aprioristas, pero con una importante modificación: las premisas teóricas no pueden recibir *ningún tipo de fundamentación*, y deberán permanecer indefinidamente en el estatus de “hipótesis infundadas”. Ellas irrumpen por un acto lógicamente arbitrario, y sólo pueden ser, corroboradas *como hipótesis o eliminadas*, en caso de que resulten falsadas por los hechos<sup>(19)</sup>.

Sin embargo, todo el razonamiento de Popper está asentado sobre una histórica confusión entre la inducción por enumeración<sup>(20)</sup> y otras formas de inferencias constructivas más complejas, entre las que cabe mencionar a la *analogía*

(Vico, Kant, Hegel), la *abducción* (Peirce, Eco), la *intuición eidética o formal* (Husserl, Merleau-Ponty, Arheim) y la *abstracción reflexionante* de Piaget.

Es cierto, como lo señaló D. Hume y lo retoma K. Popper, que las inferencias inductivas no pueden proporcionar ningún fundamento a las premisas teóricas. Pero no sólo porque de premisas particulares verdaderas sólo puedo inferir conclusiones problemáticas y no necesariamente verdaderas: también, y lo que es más importante, porque la observación de los hechos admite un número infinito de recortes y de generalizaciones posibles. Dicho de otra manera: la inducción no contiene en sí ningún principio que restrinja el área de generalizaciones que es posible obtener a partir de observar los “mismos hechos”.

Esta imposibilidad de recorrer inductivamente todas las combinaciones posibles de observables es conocida por los investigadores en inteligencia artificial como “la explosión combinatoria” y constituye uno de los problemas principales de los programadores:

*“No aparece sólo en el ajedrez -dice Haugeland-, sino en cualquier búsqueda en la cual cada nodo lleve a numerosos nodos alternativos, y así sucesivamente, para un gran número de niveles -en otras palabras, en casi todos los casos interesantes.” [1988, 169]*

Es frecuente creer que la inferencia inductiva es el principal camino por el cual la razón humana puede aumentar el conocimiento. Sin embargo, el problema antes señalado constituye una limitación decisiva de la inducción en cuanto a su pretensión de dirigir la búsqueda teórica.

El gran lógico estadounidense, Ch. Peirce, a finales del siglo pasado señaló este aspecto de la inducción de la siguiente manera:

*“Un físico, en su laboratorio, da con un fenómeno nuevo. ¿Cómo sabe que las conjunciones de los planetas no tienen nada que ver con ello, o que no es quizá porque la emperatriz viuda de China se le haya ocurrido por la misma época, hace un año, pronunciar algunas palabras con poder místico, o porque se encuentra presente algún genio invisible? Pensemos en los trillones de trillones de hipótesis que pueden hacerse de las cuales sólo una es verdadera; y, con todo, el físico, después de dos o tres conjeturas, o, todo lo más, de una docena, da muy cerca de la hipótesis correcta. Por azar no lo hubiera conseguido, probablemente ni en todo el tiempo transcurrido desde que la tierra se solidificó.” [1988, 137] (Los subrayados son míos -J. S.)*

Pero la inducción no es la única forma de invertir la deducción para dar lugar a nuevas síntesis cognoscitivas. El propio Aristóteles reconoció los límites de la inducción por enumeración de casos, e identificó la existencia de otra vía para el establecimiento de los principios de la ciencia: lo que él llamo la *intuición formal*.

Ch. Peirce igualmente sostuvo que la inducción no es la única manera de invertir el razonamiento inductivo para crear un nuevo conocimiento y rescató el razonamiento “abductivo” (que también llamó “inferencia de hipótesis”), el cual ha sido frecuentemente confundido con la inducción<sup>(21)</sup>. Por medio de una inducción se infiere a partir de ciertos resultados que son casos de ciertas especies, una regla universal. En cambio, mediante la abducción se infiere que un cierto resultado que se presenta es un caso particular de una cierta regla: se infiere el Caso y no la Regla. Es decir, la abducción permite inferir un campo restringido de hipótesis posibles, lo único que puede explicar que en la historia de las ciencias no haya habido los trillones y trillones de hipótesis posibles para cada problema sino unas pocas (¡muy pocas!) hipótesis y, lo que es más extraordinario: que hayan sido descubiertas simultáneamente en lugares distintos y sin comunicación entre sí.

Este hecho apoya la tesis epistemológica de G. Lukács<sup>(22)</sup> y L. Goldmann<sup>(23)</sup> de que en ciertas situaciones sociales no es posible cualesquiera formas de conciencia, sino “cierta conciencia *objetivamente* posible”.

No me voy a extender en esta cuestión -que he desarrollado en otra parte<sup>(24)</sup>-; sólo agregaré que es un error de Popper descartar la posibilidad de una lógica constructiva de las teorías científicas y postular que el ámbito de la creación de hipótesis es un campo arrojado a la arbitrariedad y al azar.<sup>(25)</sup>

El constructivismo resuelve el falso dilema deducción/inducción revalorando la abducción, la analogía y la historia: es decir, la vida real humana como “cantera” de metáforas o modelos de los cuales los hombres extraen sus hipótesis teóricas y sus patrones de observación.

Kant pertenece a esta tradición “analogista”: su tesis de la existencia de una síntesis originaria<sup>(26)</sup>, cuya justificación remite al *Sujeto práctico* constituye una versión “a la alemana” de la convertibilidad entre el *factum* y el *verum* de Vico.

A esta misma línea de soluciones epistemológicas pertenecen las propuestas de Hegel, Durkheim, Piaget, L. Goldmann, K. Lorenz, R. Tohm, etc.

De todo lo dicho quisiera extraer la siguiente conclusión: si bien el trabajo del científico consiste en recortar el objeto real del conjunto de determinaciones en que está inmerso en la experiencia corriente, para traducirlo a datos solidarios con una cierta teoría, eso no significa que la elección de los tipos de objetos-modelo o de los modelos teóricos sean actos arbitrarios o carentes de toda lógica:

*“...Tanto el sentido común como la ciencia -escribió Ashby- insisten en que para que un sistema sea susceptible de estudio provechoso es menester que sus variables estén asociadas con cierta naturalidad.”*

Surge inmediatamente esta pregunta, “Pero, ¿qué es lo natural?”; y él mismo contesta apelando a la “pericia” que se presupone ya adquirida en todo científico:

*“Al experimentador perito se le ocurrirá inmediatamente un criterio, puesto que sabe que si no observa o no regula una variable activa y pertinente, el comportamiento del sistema se vuelve caprichoso e incapaz de ser reproducido a voluntad.” [1965, 39].*

Es, pues, en el terreno de las imágenes, las abducciones y las analogías de la experiencia de donde emergen las hipótesis.

A esta capacidad de producir conjeturas acertadas, Peirce la llama a veces “la facultad de adivinar” y acertadamente -según creo- la entronca con el proceso evolutivo<sup>(27)</sup>. Pero, a la deuda filogenética que la especie humana tiene con el reino de la biología -y que constituye una de las tesis epistemológicas más importantes de este siglo<sup>(28)</sup>, se debe agregar el desarrollo más reciente de la historia social como contexto de la actividad del científico: en ella se encuentran las principales claves para comprender la lógica de las “inferencias de hipótesis”. Piaget y García han aportado estudios luminosos para comprender la psicogénesis y la historia de las hipótesis científicas, y su relación con las ideologías, “que, en última instancia, será de todos modos siempre de carácter político-social.”<sup>(29)</sup>

En resumen y para concluir este apartado sobre los aspectos más generales del método: en el comienzo hay siempre una primera reducción del objeto al *a priori* de nuestra praxis:



*“Es que todos aquellos que buscan, juzgan lo incierto comparándolo, mediante algún sistema de proporciones con algo que se presupone como cierto”. Nicolás de Cusa.*  
De la Docta Ignorancia.

Lo que siempre está presupuesto como cierto es “nuestro saber hacer”: nuestra praxis (en toda la extensión en que se la quiera imaginar).(30)

A partir de esa extrapolación de los modelos de nuestra praxis a los objetos de la experiencia, se infieren abductivamente<sup>(31)</sup> las premisas de una teoría (hipótesis) para la futura deducción, y los esquemas de observaciones, para los controles inductivos de la teoría.<sup>(32)</sup>

Pero, estos son los rasgos lógicos más generales del proceso de la investigación: en lo que sigue voy a presentar una propuesta de análisis del proceso de la investigación científica a través de una lista de tareas particulares que normalmente el investigador lleva a cabo.

Como anticipé en el primer apartado, el concepto metodológico más importante que voy a tratar acá será el de *diseño* y él nos obligará a discutir una categoría que es al mismo tiempo instrumental y epistemológica: la categoría de “matriz de datos”.

Comenzaré por presentar *un esquema* del proceso para ubicar en él la función y la lógica del diseño y del conjunto de matrices de datos en que cobra “realidad” tangible.

#### **4.- Análisis del proceso de investigación.**

Uso el término “proceso de investigación” para referirme -como lo he hecho en mi libro *Epistemología y Metodología*- a la totalidad de las acciones que desarrolla el científico, en cualquier escala que se considere su producción. En esta acepción incluye como componentes suyos las nociones de “diseño” y de “proyecto”. Dicho de otra manera: diseñar una investigación, y escribir y presentar un proyecto *son momentos* integrantes del proceso de investigación.

Con el término “diseño de la investigación” me referiré de manera particular a las decisiones sobre el tipo de *objeto modelo* que el investigador debe tomar antes de proceder a describir sistemáticamente su objeto y a las estrategias metodológicas que seguirá para examinar sus datos y extraer pruebas que corroboren o falsen las hipótesis particulares de la investigación.

En cambio, uso la palabra “proyecto de investigación” para referirme al documento destinado a un organismo o instancia de control, 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*.

Creo que las tareas del proceso de investigación pueden agruparse de acuerdo a dos criterios diferentes: 1.- según que las analicemos desde el punto de vista del objetivo de validación, o 2.- que las analicemos desde el punto de vista del descubrimiento.

### **Las instancias de validación**

Según el primer criterio, el proceso se desarrolla en cuatro grandes capítulos: 1.- el capítulo de la validación conceptual; 2.- el de la validación empírica; 3.- de la validación operativa y 4.- de la validación expositiva.

Dado que esta clasificación se hace con vista en el modo de la validación, el cual contiene un *perfil* jurídico, llamaré a cada uno de estos capítulos “instancia de validación”. En esta perspectiva se puede definir a todo el proceso de investigación como el conjunto de operaciones por medio de las cuales el investigador intenta validar, “ante sus respectivas instancias”, cuatro tipos de hipótesis diferentes: 1.- hipótesis sustantivas; 2.- hipótesis indicadoras o instrumentales; 3.- hipótesis de generalización y 4.- hipótesis retóricas.

### **Veamos una breve caracterización de estas instancias:**

1.- la instancia de validación conceptual es aquella cuya finalidad consiste en validar las hipótesis sustantivas mediante una doble tarea: demostrando que las hipótesis constituyen una respuesta eficaz a la pregunta planteada y, además, que son coherentes con las teorías y hechos que se consideran bien establecidos);

2.- la instancia de validación empírica es la que tiene a su cargo la tarea de argumentar a favor de las hipótesis instrumentales o indicadoras, es decir, demostrar que los indicadores que se emplearán son válidos: han sido definidos por referencia a las dimensiones más relevantes de las variables y, en consecuencia, miden realmente lo que se pretende medir (esta tarea se conoce habitualmente como “establecer la validez de los datos”);

3.- la instancia de validación operativa es la encargada de validar las hipótesis de generalización, es decir, demostrar que *los procedimientos* que se emplearán *en los contextos*<sup>(33)</sup> para observar las dimensiones escogidas arrojarán resultados que serán representativos de los universos de mediciones posibles y que no están afectadas por los contextos de donde han sido extraídos. (Esta tarea se describe corrientemente como la de “establecer *la confiabilidad* de los datos y la *confiabilidad* de la muestra”). Y por último

4.- la instancia de validación expositiva. A esta instancia compete la difícil tarea de encontrar las mejores estrategias argumentativas para lograr la persuasión de los lectores, mediante el empleo adecuado de los “lugares comunes” que imperan en la comunidad científica. Esto pone en juego “hipótesis” que competen al plano de lo que Kuhn llama los “valores de la matriz disciplinaria”, y que yo, siguiendo las investigaciones de Ch. Perelman [1988], denominé en [1993] “hipótesis retóricas”.

### **Las fases del proceso de investigación**

De acuerdo con el segundo criterio de análisis, esto es, el que distingue las tareas conforme los propósitos del descubrimiento, las actividades pueden agruparse según que admitan una relación de tipo “antes/después”, a las que

llamaré “Fases” y según que no admitan semejante relación: en este caso, hablaré de “momentos” en el interior de cada “Fase”.

El cuadro general del análisis propuesto puede verse en el siguiente diagrama:



Esto es un esquema y por ende, de por sí engañoso. El proceso de investigación avanza de una manera mucho más compleja.

El gran epistemólogo e historiador, L. Goldmann hacía el siguiente comentario, al respecto:

*“Pero esto es simplemente una descripción del progreso de la investigación, que, cuando se trata del conocimiento de la vida humana, sólo puede andar en espiral, dirigiéndose alternativamente de las partes al todo y del todo a las partes y progresando simultáneamente en el conocimiento de la unas y del otro.” L. Goldmann [1985, 131]*

Como en el proceso embriogénico, en la investigación científica las funciones que se desarrollarán en las fases más avanzadas y complejas, ya están presentes desde las fases iniciales. Por eso el análisis de cada una de las fases presenta dificultades no solamente en cuanto a cómo aislar las tareas, sino también cómo preservar las vinculaciones entre ellas.

Un gran número de componentes se comportan de manera semejante al anverso y reverso de una “hoja de papel”: por ejemplo, no se puede plantear un problema sin implicar un conocimiento previo; es imposible definir un objeto sin implicar un “espacio de atributos” que lo determinan como *tal* objeto, etc., etc.

Uso el término “fases” para referirme a las configuraciones de tareas que sí admiten una relación “antes/después” y el término “momento” para los componentes inseparables que no admiten una relación “antes/después”.

<sup>2</sup> “Objeto o condiciones de realización” por lo siguiente: el término “objeto”, como correlato de la acción humana, presenta una ambigüedad irremediable: por una parte significa “objeto-medio” , es decir los materiales sobre los cuales se va a aplicar la acción; pero, de otra parte, significa objeto-producto, es decir “objetivo”: el término que se espera lograr. ¿Cuál es el objeto del trabajo del escultor? ¿El mármol o la estatua que quiere esculpir? Como objeto-medio es el mármol; como objeto-producto es la estatua. El objeto-medio, es el dato al cual se deben acomodar (en sentido de Piaget) los esquemas de acción. En este sentido, el objeto-medio contiene las condiciones de realización del trabajo científico. En cambio, el objeto, como objeto-producto, es el objetivo de *asimilación* que persigue el investigador, y por ende, es la explicación científica como *producto*.

<sup>3</sup> Cfr. H. Maturana y F. Varela [1986].

<sup>4</sup> Cfr. J. Piaget [1978, T.I.].

<sup>5</sup> “Una explicación es una reformulación de la experiencia aceptada por un observador.” (...) “De hecho, hay tantos ‘explicares’ distintos como modos de escuchar y de aceptar reformulaciones de la experiencia.” H. Maturana [1990, 18 y 19].

<sup>6</sup> El desarrollo de la agricultura y la ganadería fueron los grandes acontecimientos técnicos que fisuraron de manera decisiva a las comunidades primitivas. Cfr. Gordon Childe *El origen de las Civilizaciones y Evolución Social*.

<sup>7</sup> Pongo comillas a la palabra “común” para significar que se trata de una re-construcción, en el plano de la hegemonía política de los acuerdos de la comunidad originaria.

<sup>8</sup> Se debe a Kant la gran idea de que la noción de Dios emerge como un postulado del edificio jurídico-moral que el hombre necesita levantar para constituir su estado social: *cfr. La Crítica de la Razón Práctica*. Pg. 144 y ss. Cfr. también “De la demostración moral de la existencia de Dios”, en la *Crítica del Juicio*. §87 y ss.

<sup>9</sup> Empleo el concepto de “estado” en un sentido muy amplio, incluyendo entre sus “órganos” las Universidades, Consejos de Investigación, e incluso, las “empresas privadas” que editan libros y revistas, dando lugar a mecanismos económicos (y por ende, políticamente indirectos) de dirección de la cultura científica, propio de los regímenes liberales.

<sup>10</sup> En este contexto Tohm emplea el término “pregnancia” para significar las transiciones o inferencias que llevan la mente de un contenido a otro.

11 Esta metáfora que compara a la explicación científica con el cartografiado (o mapeado) de la descripción sobre la teoría ha sido empleada por eminentes epistemólogos y sin duda es de notable fuerza expresiva. Cfr. G. Bateson [1980, 76] y H. Pagels [1991, 159 y ss].

12 Entre los autores contemporáneos que más han contribuido a dar una visión del proceso de la ciencia integrado al contexto general de la historia social, se encuentra, sin duda, T. Kuhn. Cfr. [1980], [1985] y [1989]. Sin embargo, se debe reconocer importantes precedentes en el siglo XIX: cfr. Marx - Engels [1958] y E. Durkheim [1968].

13 Subrayo el término *final* porque también hay *productos intermedios* (las exploraciones y descripciones) que no arriban *todavía* a una explicación, pero son, sin embargo, partes legítimas del desarrollo de la ciencia.

14 Es decir, cuando pueden ser *deducidos*.

15 Cfr. M. Bunge [1972]; J. Mosterin [1984].

16 Cfr. A. Barton *Conceptos de Espacio de Atributos en sociología*. En R. Boudon y P. Lazarsfeld [1979, T. I., 195 y ss].

17 Con el término “constructivismo” hago una referencia rápida a la epistemología dialéctica de Hegel, al estructural constructivismo de Piaget, a la epistemología dialéctico-estructural de L. Goldmann, a la epistemología sistémico-dialéctica de R. García, a la epistemología evolutiva de K. Lorenz y Wuketitz, entre otras. Todas comparten el rechazo del dilema “deducción/inducción”, y proponen como salida, el paso a un proceso constructivo.

18 Cfr. Tagliacozzo, Mooney y Verene *Vico y el pensamiento contemporáneo*. Ed. FCE. México, 1987.

19 Una exposición simple pero rigurosa de este tema se puede leer en A. Chalmers [1984].

20 En un sentido estricto el término “inducción” es la inferencia racional que a partir de premisas particulares obtiene una conclusión general. Esta “inducción” -que se conoce como “inducción por simple enumeración” se comporta como un resumen actuarial (“todos los *x* son *y*”) que se extrae de la verificación previa de que “este *x* es *y*”, y “ese otro *x* es *y*” y “ese otro *x* también es *y*”... etc. Cfr. N. R. Hanson [1977, 23].

21 “La analogía de la hipótesis [= abducción] con la inducción es tan marcada que algunos lógicos las han confundido. A la hipótesis se le ha llamado ‘inducción de caracteres’.” [197-, 75].

22 G. Lukács [1969].

23 L. Goldmann [1985].

24 Cfr. J. Samaja [1972] y [1993].

25 M. Bunge se desliza a un error semejante, cuando sostiene que “sólo por azar” dos investigadores “llegarán al mismo modelo, puesto que la construcción de objetos modelos y modelos teóricos es una actividad creadora que pone en juego los conocimientos, las preferencias y aún la pasión intelectual del constructor”. [1972, 24]. No es preciso rechazar el carácter creador para advertir que los científicos tienen trazadas “condiciones de entornos” ideológicos y técnicos que marcan los límites de una conciencia posible, tal como se desprende de las investigaciones lógicas de Ch. Peirce.

26 Kant sostiene que además de los juicios analíticos (juicios cuya verdad se desprende de los nexos entre sus conceptos) y de los juicios sintéticos (cuya verdad resulta de la referencia a los datos de la experiencia) existen los juicios sintéticos *a priori*: aquellos cuya verdad no deriva de la experiencia ni tampoco de la validez deductiva de sus nexos, sino de reconocer en *esta acción singular* sobre datos empíricos, las *propiedades formales inherentes a la acción* del sujeto. (Se trata, en términos de Peirce, de una *abducción*). Los juicios sintéticos *a priori*, como la abstracción reflexionante de Piaget, no se refieren a los datos de la experiencia, sino a las formas de la actividad cognitiva del sujeto, que se proyecta sobre los objetos proporcionando la estructura general de su determinación. Por ejemplo, “si A es un fenómeno, A debe tener alguna cualidad y ésta debe tener algún grado”, no es un juicio empírico, resultado de una inducción; pero tampoco es una mera deducción, sino un juicio “sintético a priori”: es una forma que es constitutiva de la actividad cognitiva de todo sujeto, en tanto sujeto cognoscente. Cfr. [1973, T. I., 302 y ss].

27 Cfr. Ch. Peirce [1988, 138].

28 Cfr. K. Lorenz [1980].

29 J. Piaget y R. García [1982, 236].

30 Una extensión que abarca, por lo menos, la evolución biológica y el desarrollo histórico de la cultura. Cfr. K. Lorenz [1980] y E. Durkheim [1968].

31 “Inferencia de hipótesis”, según Peirce.



<sup>32</sup> La lógica de la falsación es inductiva y no deductiva, como dice Popper. Cfr. Ch. Peirce [1970,73]. Es una propiedad formal de la deducción conservar en la conclusión la verdad de las premisas: del mismo modo que es una propiedad formal no conservar la falsedad (el lector debe recordar que a partir de premisas falsas, el razonamiento deductivo deja *formalmente* indeterminada a la conclusión). Simétricamente: es una característica formal de la inducción no conservar en la conclusión la verdad de sus premisas, pero es su propiedad formal *conservar la falsedad*. Por esa razón, cuando dice que la inferencia de la falsedad de los enunciados universales, a partir de la falsedad de los enunciados singulares “es el único tipo de inferencias estrictamente deductiva que se mueve, como si dijéramos, en ‘dirección inductiva’ (¡sic!)...” [1962, 41] está empleando un puro artificio retórico. En Samaja [1972] y en [1993] desarrollé detalladamente la crítica a esta tesis de Popper.

<sup>33</sup> Laboratorio o terreno.

Se agradece la donación de la presente obra a la Cátedra de Informática y Relaciones Sociales de la Facultad de Ciencias Sociales, de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

<http://www.hipersociologia.org.ar/base.html>