



Investigación Educativa
Vol. 16 N° 30 11 - 38
Julio-Diciembre 2012
ISBN N° 1728-5852

ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE INDUCCIÓN ¹

ANALYSIS OF THE CONCEPT OF INDUCTION

Alberto Vásquez Tasayco ²

RESUMEN

El artículo comienza precisando los conceptos de razón y pensamiento, necesarios en la actividad científica. Luego, se desarrollan las ideas básicas de Aristóteles, quien se preocupó de proveer los métodos para la construcción científica. De los métodos, lo importante es a qué tipo de conclusión conducen. Así, la deducción que recurre al silogismo conduce a conclusiones verdaderas; pero la inducción siempre fue motivo de preocupación por el tipo de conclusión no verdadera a que conduce. Se plantean las preocupaciones de los antiguos griegos, los medievales y los modernos sobre la inducción, desde las posiciones de los lógicos y los filósofos. De la misma forma, el artículo centra su interés en el problema de la justificación de la inducción, lógicamente hablando (Hume y Mill), pero también en la justificación como proceso de recojo de datos para la construcción de estructuras cognitivas (Whewell). La inducción siempre fue criticada y hasta eliminada por Popper, pero los científicos de las ciencias naturales lo defienden por su carácter metodológico, no tanto por su capacidad demostrativa. Al final, se presentan apreciaciones sobre la inducción y el experimento de Michelson y Morley.

Palabras clave

Inducción, deducción, justificación, probabilidad, silogismo, demostración.

ABSTRACT

The article begins by specifying the concepts of reason and thought, needed in scientific activity. Then develop the basic ideas of Aristotle, who was concerned to provide the scientific construction methods. Methods, the important thing is what kind of conclusion lead. Thus, the deduction that uses the syllogism leads to true conclusions, but the induction was always a concern for the kind of real conclusion to which it leads. Concerns arise from the ancient Greeks, the medieval and modern on the induction, since the positions of logicians and philosophers. Similarly, the article focuses on the problem of justification of induction, logically speaking (Hume and Mill), but also in the justification as data gather process for building cognitive structures (Whewell). Induction was always criticized and even eliminated by Popper, but scientists in the natural sciences defend it in its methodological character, not by their ability demonstrative. Finally, we present findings on the induction and the Michelson-Morley.

Keywords

Induction, deduction, justification, probability, syllogism, demonstration.

¹ Artículo presentado el 25/09/12 y aceptado el 30/11/12.

² Profesor asociado de la Facultad de Educación, UNMSM.

MARCO FILOSÓFICO

El desarrollo del hombre significó sobre todo el conocimiento más completo del mundo que le rodea, este conocimiento ha evolucionado desde lo empírico hasta lo teórico, desde el conocimiento concreto hasta el conocimiento abstracto.

El primer nivel del conocimiento se debe al uso de los sentidos, por eso se llama también sensorial, en cambio el segundo nivel se debe al uso del pensamiento, es superior, síntesis, abstracción, construcción y generalización. Es el nivel que pretende ser unitario y profundo, equilibrado y simétrico, simple, esquemático y válido.

PENSAMIENTO Y RAZONAMIENTO

El pensamiento es la máxima función del hombre, “produce” entes ideales de dos tipos: a) simples en la forma de conceptos, y b) complejos en la forma de raciocinios. Esta función superior se llama razón.

La razón produce razonamientos que son estructuras de proposiciones que se relacionan bajo ciertos nexos y leyes para obtener otras proposiciones llamadas conclusiones o consecuencias.

Analizando estas estructuras cognitivas encontramos tres elementos: proposiciones que actúan como premisas, una proposición que actúa como conclusión que se deriva; y nexos entre ambos; que funcionan en base a reglas de inferencia.

Los razonamientos son instrumentos de desarrollo de la ciencia, y los hay de diversos tipos. Tradicionalmente se les consideró: categóricos y probables, en razón de la naturaleza de la conclusión; deductivos e inductivos, en razón del criterio de generalización.

Fue en Grecia donde se teorizó sobre estos procesos y también donde se privilegió un tipo de razonamiento en razón de la ciencia que nacía. La ciencia clásica griega se caracteriza por ser racional (por el uso de un tipo de razonamientos, llamados silogismos categóricos, como la forma adecuada de pensar en función del desarrollo de la ciencia), por ser demostrativo (presentar, comprobar o justificar la verdad), por ser necesaria (sus conocimientos eran conclusiones que se obtenían por ley o necesidad lógica); por ser general (es decir, se aplicaba al mayor número de casos. Junto a estos caracteres, el conocimiento científico solo era tal si se obtenía por vía deductiva, es decir, usando el razonamiento deductivo; expresado en el silogismo categórico, esto aparece claramente en *El Organon*, (Capítulo: 25) de Aristóteles, que se le tomó como el típico instrumento de la ciencia, reitera: “es evidente que toda demostración y todo silogismo se forman mediante tres términos solamente”. (Aristóteles, 1972, p. 99).

La lógica en ese sentido tradicional fue predominantemente deductiva; aunque también Aristóteles teorizó acerca de la inducción.

TIPOS DE RAZONAMIENTO

Para nuestros fines interesa aclarar dos tipos: deductivo e inductivo.

Deductivo

Es el razonamiento que muestra una estructura cognitiva que comienza con una proposición que afirma para un conjunto o para un todo y desarrolla otras proposiciones de menor nivel de generalización (particular), operación de derivación (apodeixis) de acuerdo a reglas. En esta forma, dadas ciertas premisas (proposiciones) como verdaderas, su conclusión también lo es. “La conclusión está contenida en las premisas”. “La premisa y la conclusión de la deducción son idénticas. Más particularmente, los sujetos de los dos juicios de la argumentación deductiva son idénticos”, dicen Kupperman y McGrade (1973, p. 209), los significados de los conceptos que se manejan en la deducción son unívocos e idénticos, las reglas se emplean estrictamente y se controlan cuidadosamente, por lo que es un razonamiento demostrativo, analítico y necesario, por eso se afirma que de premisas verdaderas la conclusión tiene que ser verdadera.

En esta forma de razonamiento los significados de la conclusión ya estaban en las premisas y lo que se ha hecho es extraerlos para expresarlos en proposiciones de nivel inferior (particulares) o presentarlos en una nueva forma de relación, pero que nunca aluden a hechos nuevos fuera de los marcos de la premisa mayor (del conjunto del cual se afirma una propiedad).

Inductivo

Es un razonamiento que generalmente se elabora de un “hecho o hipótesis u otros hechos o hipótesis” hasta la teoría o a niveles de mayor generalización. Los conceptos en sus significados se consideran más allá de la palabra, son construcciones cognitivas más laxas y flexibles, donde a pesar que sus premisas son verdaderas sus conclusiones son solo probables, o son verdaderas en la “**mayoría** de los casos”. Siendo así para qué sirve, dónde se usa, qué grado de seguridad me da en el conocimiento científico. Por ello requiero fundamentar o justificar el uso de la inducción.

La estructura inductiva (epagógico), no es compatible con la ciencia que busca lo general, contrario a las proposiciones singulares de los hechos concretos donde predomina los cambios permanentes, dice Aristóteles, “no hay ciencia sino de lo general”.

La forma más generalizada de justificar la inducción es afirmar que procede a partir de una premisa tácita que es más general: la regularidad en la naturaleza; que ha recibido diversos nombres, según afirma Ferrater Mora en su *Diccionario de Filosofía*, sin embargo, si esto ocurre no sería inducción sino deducción. Procede de acuerdo a reglas, pero que generalmente son quebrantadas, por lo que su conclusión no es verdadera.

Las diferencia entre una y otra forma son muy finas, a manera de resumen “el razonamiento deductivo es puramente analítico; se interesa por el significado de los términos y por las consecuencias de esos significados. El razonamiento inductivo, por el contrario, tiene un elemento sintético; se interesa por relaciones entre diferentes partes de la realidad. Ese elemento sintético hace al razonamiento inductivo necesario para la ciencia; no obstante (...) gran cantidad de razonamiento científico es deductivo” (Kupperman y McGrade, 1973, p. 35).

Los razonamientos han sido analizados por diversos filósofos, cada cual privilegió uno de sus formas en función de sus marcos conceptuales y su interés. Les interesó la tendencia predominante del conocimiento científico o la trasmisión de la verdad; el sometimiento a reglas fijas o a reglas flexibles que muchas veces no se aplican; la justificación del proceso por el análisis de las reglas y su consistencia o por el resultado; por la certeza o la probabilidad de las conclusiones (necesidad o contingencia); o por el uso de las conclusiones en el avance del conocimiento (éxito), relacionado con las ciencias empíricas o con la convivencia diaria.

ANTECEDENTES DE LA INDUCCIÓN

Los griegos

Para Platón la inducción se define como el proceso de “inducir, conducir y dirigir hacia”. Es decir, orientar a alguien, (aspecto pedagógico y psicológico), para que obtenga un conocimiento de validez universal.

Fue Aristóteles quien usó la inducción en sentido lógico y técnico, para referirlo a un razonamiento que se oponía al silogismo categórico y que se desarrollaba de los “menos a lo más universal” dice Ferrater Mora. Su validez no se determinaba por sí mismo, considerándose por ello una forma inferior de razonamiento.

En el análisis de la inducción, Aristóteles señaló dos tipos: perfecta e imperfecta; en razón de dos criterios generales: cantidad de casos o “enumeración” y por las “propiedades”. De igual forma diferenciaba el tipo de “conexión”. Así en la inducción perfecta la “conexión es racional” en cambio en la imperfecta hay una conexión psicológica” (“mediación psicológica”).

La escolástica

Retomó el pensamiento aristotélico y planteó dos particularidades: su forma (lo realmente lógico), y el contenido (significado de los conceptos o la base material de la inducción). De otro lado consideró que “lo importante es la enumeración de individuos o partes”, se entendía así que la inducción puede “ascender”, como también “descender”. En ese sentido, si la inducción es incompleta pasa de algunos a todo (no a todos), dice Ferrater Mora (1994, p. 181). De la misma forma que relaciona “individuos y un concepto” y no como el silogismo que relaciona sólo “términos”.

Los Modernos

En el análisis de la inducción se privilegia aspectos, así Bacon insiste en el “tipo de enumeración”, preocupándose por el aspecto empírico, y por los medios válidos de obtener el conocimiento, a los que llamó Tablas de presencia o de ausencia. Al contrario, Hume, consideró que la inducción es un asunto de “hábito”, si se observa que a, b, c, se suceden, después, vuelven a suceder de la misma forma, se considera que así sucederá en el futuro. Kant justifica la inducción por la “estructura de la conciencia trascendental”.

Mill, en *Sistema de lógica deductiva e inductiva*, libro III, capítulo VIII, retomó el aspecto lógico y señaló los cánones (métodos), que debían observarse en una inducción válida y hasta indicó los fundamentos dice “sobre la pluralidad de las causas (...) y la cuestión más especial y más compleja de la mezcla de los efectos y de la interferencia de las causas entre sí, circunstancias que son la principal fuente de la complicación y de la dificultad del estudio de la naturaleza, y a las cuales los cuatro único métodos posibles de investigación directamente inductiva son, con la mayor frecuencia, como vamos a ver, completamente incapaces de hacer frente. La deducción es el único instrumento propio para desembrollar las intrincaciones que resultan no teniendo los cuatro métodos otro oficio posible que suministrar premisas y medios de comprobación para las deducciones” (Mill, *Sistema de Lógica*, p. 414). Plantea claramente la situación de la inducción y la importancia de la deducción en el conocimiento científico. Finalmente Whewell consideró el aspecto de “coligación” entre premisas y conclusión como lo esencial en la inducción.

Es a partir del siglo XIX que al hacer un análisis profundo se incide en el “fundamento de la inducción”, dado el éxito de las ciencias empíricas, interesa el grado de validez de sus conclusiones. Se habla de la inducción no sólo como “formación de conceptos” sino cómo “ejecutar razonamientos”.

Los Contemporáneos

Nelson Goodman en el presente siglo retoma el asunto y habla del “viejo problema de la inducción” (el de la justificación: porqué son válidas las conclusiones de la inducción, es decir, “que certeza hay para afirmar algo en el futuro”); y el nuevo “enigma de la inducción” que lo planteó Hume, al insistir en la regla general de inducción o mejor, qué normas deben cumplirse para que las inferencias inductivas sean válidas o para creer en sus conclusiones, en tal sentido creer en sus predicciones.

Si bien es cierto, diversos pensadores han seguido tratando el problema, lo han hecho en otro sentido, fundamentalmente, en el avance o en sus consecuencias en la construcción de las ciencias empíricas.

La posición contemporánea se puede resumir en dos:

La inducción como inferencia, según Lalande:

- Reconstructiva, cuando se concluye de “un hecho a partir de otro hecho”. Se usa mucho en Medicina y en Derecho, cuando de un caso se concluye para el otro. Dadas ciertas condiciones, se dio X y tuvo el carácter “ p ”, bajo condiciones parecidas, si se da XI tendrá el carácter “ p ”.
- Estricta o lógica, cuando se da el paso de lo particular a lo universal (de los hechos a las leyes). A su vez puede ser:
 - ✓ Amplificadora, cuando de un juicio universal se concluye una afirmación particular para el mismo sujeto y el mismo predicado. Así, si las plantas florecen en otoño, y esta es una planta; esta planta florece en otoño.
 - ✓ Completa, cuando se toma una clase y lo que se afirma para uno de sus miembros, se afirma también para el otro. Así, si esta es una silla y tiene 4 patas, esta otra silla tendrá también 4 patas.

- Reductiva, que opera a partir de la fórmula: si p entonces q , y q , entonces p . Qué es la falacia del Modus Ponens en la lógica deductiva, pero es la base de la inducción. Así, si el color es opaco, protege la vista, y protege la vista, luego el color es opaco.

La inducción y la probabilidad, se analizan por tres teorías:

- Teoría de frecuencia relativa se da cuando la inferencia inductiva se transforma en inferencia estadística, como lo señalan von Mises y Reichenbach. Así, en un grupo de 40 alumnos, el 10% son lentos, luego en este grupo de 40 alumnos, es probable que el 10% sea lento.
- Teoría del grado de confirmación se da cuando la probabilidad inductiva da lugar a la inferencia inductiva, es el caso de Keynes, Carnap, Hempel y otros. El grado de confirmación se da como mayor y menor. Así, en épocas de crisis hay más inflación que devaluación. Estamos en crisis y hay más inflación, luego habrá más devaluación.
- Teoría de Leblanc se da cuando las inferencias estadísticas se transforman en proposiciones, luego se aplican los valores de verdad, y se procede de acuerdo a la lógica proposicional. Así, si el 100% de sujetos son normales, y tomo el 30% de sujetos, luego el 30% son normales. Allí se analizan las proposiciones: a) 100% de sujetos son normales, b) 30% de sujetos son investigados, c) el 30% son normales.

PUNTOS DE VISTA SOBRE INDUCCIÓN

WHEWELL Y LA INDUCCIÓN

Tomando siempre la Lógica como instrumento, el filósofo inglés Whewell, publica en 1858 su *Novum Organum Renovatum*, que corrige y critica el *Novum Organum* de Bacon, publicado en 1620, porque este solo “adivinó como podían construirse las ciencias”. De lo que se trata dice Whewell, es “cómo su construcción ha tenido lugar”, ello requiere conocer y recurrir a las ciencias inductivas concretas y a la historia de las ciencias, para analizar cómo han desarrollado.

Inducción y construcción de la ciencia

Según el punto de vista de Whewell, la inducción es el instrumento básico e imprescindible en la construcción de la ciencia empírica. Considera que la inducción es un proceso hipotético que parte de los hechos y que no opera con suposiciones, es decir, con afirmaciones que se asumen como verdades. Le interesa el tramo inicial: cómo construir el conocimiento científico y remarcar en ese proceso la importancia de la coligación.

La tesis de Whewell es diferente a la tradición aristotélica sobre la inducción por enumeración y diferente de la inducción amplificadora de Bacon. Las tesis de Whewell no contraponen inducción con deducción; al contrario, “...lo característico de la inducción es la conjetura, la hipótesis, el salto, lo cual puede justificarse luego para cada caso desde el que se saltó, mediante la deducción o a partir de la conclusión inducida” (Martínez, 1978, p.134). Primero se formarían hipótesis y se comprobarían, después se justificarían, incluso recurriendo a la deducción; interesa sobre todo las primeras etapas de la hipótesis.

La elaboración de hipótesis propia del proceso inductivo, significa un “salto”, el paso de lo observado a su concepción intelectual, y esto supone la habilidad del sujeto de actuar de acuerdo a un principio de conexión, este proceso es la invención. Reiterando: el principio de unidad de los hechos a la formación de ideas nuevas (invención), se llama inducción.

Etapas de la inducción

Dada la importancia, la inducción se da en las etapas de:

El desarrollo de las ciencias inductivas que se da en tres momentos: preludio, descubrimiento y secuela. El preludio es la preparación, es la recolección de datos y el esclarecimiento teórico. El descubrimiento es la inducción misma, y la secuela es la verificación y ampliación del conocimiento.

La construcción de las ciencias que en lo interno tiene tres momentos: desarrollo de concepciones, observación de hechos y coligación.

La inducción como tal en su aspecto específicamente lógico le interesa dos momentos: la explicación y desarrollo de las concepciones, y la coligación de los hechos. Ampliamos estos dos momentos.

Explicación y desarrollo de concepciones

Las concepciones teóricas se forman por explicaciones que se pueden configurar en ideas fundamentales o en representaciones ideales sistemáticas. En ambos casos, es el “desarrollo del elemento ideal del conocimiento”, para crear las condiciones adecuadas para que se de la coligación (esencia de la inducción).

Siendo las concepciones las que más se utilizan, ellas se desarrollan a partir de dos criterios: a) caracteres de distinción y claridad, y b) carácter de ser apropiado a los hechos a ligar. Lo “apropiado” está todavía referido a dos situaciones: “apropiado a las teorías” que cada ciencia en particular tiene, es decir, que pertenezcan al ámbito de las teorías aceptadas o propias de la ciencia particular, y “apropiadas en relación a los hechos”, de otra manera, que su referente sea pertinente. Ambos criterios tienen como objetivos preparar para la generalidad y para que la conclusión sea un auténtico conocimiento.

El desarrollo de las concepciones no opera en razón de reglas definidas. Se puede usar dos vías –medios o métodos– que lo orientan de manera general. Esas vías son: la educación y la discusión.

- La educación debe ser liberal y para toda la humanidad, no debe ser individualista. La educación es intelectual y elemental (Geometría, Aritmética, Mecánica Elemental, Historia Natural) y debe desarrollar hábitos de razonar a través de las matemáticas (privilegia la geometría frente al álgebra), además debe ayuda a formar a los jóvenes en la tradición occidental a través del conocimiento del griego y del latín.
- La discusión tiene como fin último la búsqueda de la verdad y se expresa al precisar: a)

las proposiciones, y b) las definiciones, que deben ser claras y coherentes (internamente o en relación con los hechos).

La discusión se desarrolla en dos momentos: consigo mismo, en un esfuerzo interno por expresar nuestras ideas y con los demás. De igual manera, debe desarrollarse, necesariamente, en dos niveles: a) discusiones metafísicas, cuando la intención es aclarar o rectificar ideas; y b) discusiones reales, cuando se elaboran proposiciones a partir de los hechos concretos a los que se critica.

Explicar concepciones y desarrollarlas sistemáticamente, es necesario para ir a la realidad, a los hechos, para hacer una observación científica lo que servirá de base en la preparación y ejecución de los experimentos. Con la claridad dada por las concepciones, no se observa cualquier hecho, se eligen casos que reúnan los requisitos siguientes: pertenezcan a una concepción, que se relacionen con otra concepción, que se precise el lugar, el tiempo, el espacio, una figura, un número y movimientos específicos.

Al observar un hecho en forma rigurosa y exacta, en razón de nuestras condiciones, surge, por ejemplo, el experimento. De la observación, surge la percepción, que no es “pura sensación”, o “pura observación de los sentidos”, sino, que contiene algo nuestro, las ideas y conocimientos que nos hemos formado antes y bajo cuya guía estamos observando, ideas que van a ser desarrolladas posteriormente como la “carga teórica de la observación”.

La observación no es así, un acto meramente empírico, sino que en él ha actuado conscientemente y de manera decisiva el observador: “La observación científica de los hechos, tiene como objetivo obtener hechos claros y ciertos, pero estos caracteres no brotan de los hechos mismos, sino de su adecuada relación con nuestras ideas y en virtud de la calidad de éstas. Por ello la explicación de las concepciones es anterior a la observación de los hechos” (Martínez, 1978, p.153).

La percepción es así una síntesis de los dos elementos: los datos de la realidad (hechos) y las concepciones ideales previas que la matizan.

Coligación de hechos

Es el proceso que significa “reunión o recolección” que opera a partir de proposiciones claras obtenidas por concepciones apropiadas que son unidas por una conexión precisa. Son estas conexiones “acumuladas y sistematizadas” que al volver a ser unidas por acción de la invención, construyen la ciencia.

La coligación no es la reunión cualquiera de hechos, lo es de hechos definidos que lleva al auténtico acto inductivo, lleva a una conclusión inductiva. “La conclusión inductiva es el resultado de la coligación, mientras que el material de la coligación son las observaciones de los hechos, el instrumento de la coligación son las concepciones y su agente es la sagacidad intelectual del científico... sin sagacidad intelectual no hay coligación ni, por ende, descubrimiento, ya que faltaría el agente imprescindible” (Martínez, 1978, p.156).

Dos elementos: la sagacidad y la invención, constituyen el factor subjetivo imprescindible para que se cumpla la coligación, después de la inducción y el descubrimiento.

Desde este punto de vista lo importante es la invención, la concepción y la obtención de la conclusión inductiva; no la generalización, ni el cumplimiento de reglas, ni la corrección de la inferencia, como en Aristóteles. La inducción –dice Whewell– es inventiva; la sagacidad, el análisis y la clasificación; la definición y la inducción; el descubrimiento de causas y leyes; y la práctica de plantear hipótesis, ensayarlas, comprobarlas, y afirmarlas o refutarlas, son imprescindibles en la construcción de la ciencia empírica.

En esta parte aparece la relación entre la inducción y la hipótesis, la inducción tiene como conclusión una hipótesis que dejará de serlo al verificarla. El movimiento inductivo es terminalmente hipotético por dos motivos: porque la concepción que liga los hechos es una conjetura (en las premisas), y porque la conclusión obtenida también es una hipótesis que luego debe verificarse.

Sin embargo, no se trata de cualquier hipótesis, Whewell distingue hipótesis de especulación (que no comienza de los hechos), de la hipótesis de observación (comienza en los hechos), son estas últimas las que deben desarrollarse. Debe existir “licencia y fertilidad de conjeturar” elaborando muchas hipótesis de ensayo. Solo el talento permitirá relacionar la más adecuada para la verificación, pero es necesario “tanteos más o menos numerosos”.

Al respecto “formula el siguiente precepto, que puede considerarse como la regla de oro de la investigación empírica: “el modo de llegar a la verdad es ensayar hipótesis variadas; modificar las hipótesis para aproximarse a los hechos, y multiplicar los hechos para probar las hipótesis” (Martínez, 1978:164). De lo que se trata es de seleccionar las hipótesis, aquellas que tengan base empírica, hay que plantear hipótesis de ensayo, pero no hay que aferrarse dogmáticamente a alguna de ellas. Hay que eliminar las hipótesis especulativas y estar prevenidas de ellas, por eso Newton dijo: “hypothesis non fingo”; de la misma forma Bacon criticaba a los que se anticipan al entendimiento sin considerar hechos fijos, definidos y claros dentro de un marco de explicaciones y concepciones previas.

Inducción y verificación

Si bien es cierto interesa la conclusión de la ciencias inductivas, la verificación es un proceso imprescindible basado sobre todo en comprobaciones de coincidencias y de extensión en la ciencia. Para la verificación se consideran cuatro procedimientos: “un acuerdo con los hechos que establecerá la más paciente y rígida investigación, una disposición para predecir con verdad los resultados de casos no ensayados, una coincidencia (*consilience*) de las inducciones a partir de clases variadas de hechos, y una tendencia progresiva del esquema a la simplicidad y unidad” (Martínez, 1978, p.169).

Al verificar, debemos tener en cuenta los siguientes criterios:

- Comparar la hipótesis o conclusión inductiva, con los hechos presentes.
- La comparación de hipótesis debe traducirse a una ley cuantitativa.
- Dada la ley cuantitativa (como hipótesis) debe precisarse las variables y expresiones en cantidades concretas.
- Al comparar con los hechos considerar que: “...las leyes científicas en cuanto formulaciones generales no se verifican en sí mismas, sino en sus casos, ejemplos o aplicaciones”, por eso es importante elegir esos casos y proceder a la verificación.

Si quisiéramos ilustrar con un ejemplo, diríamos:

- El agua sometida al fuego hierve (hipótesis), luego en este o aquel caso actual el agua debe hervir si se le somete al fuego.
- Se aplicaron 100 casos y en todo ellos el agua hirvió cuando la temperatura marcaba 100°.
- La ley anterior relaciona dos variables: la independiente: las temperatura a 100°, con la dependencia: el agua hierve.
- Lo anterior exige verificar en casos elegidos, por ejemplo, en Lima, en Piura, en Cerro de Pasco, en Arequipa; además hacerlo con agua cristalina, con agua turbia, con agua sucia.

Considerar que la verificación puede ser: a) verificación estricta, cuando se refiere a la consistencia interna, que se cumple por tres criterios: acuerdo con los hechos, disposición para predecir la verdad con nuevos hechos, y coincidencia o la misma conclusión debe obtenerse en varios hechos. b) verificación amplia, cuando la hipótesis se inscribe dentro de la tendencia del progreso científico, dando unicidad y simplicidad a la ciencia.

El cumplimiento de cada uno de estos criterios, requiere cuatro procedimientos:

- Elegir casos, verificar allí la hipótesis, si se cumple, la ley será verdadera.
- Comprobar la capacidad productiva de las conclusiones prediciendo si se cumpliría en casos futuros.
- A partir de la conclusión inductiva verificada debe ser posible explicar otra clase de hechos.
- La conclusión inductiva sirve de base para validar una teoría más general o para validar teorías especiales de la ciencia de que se trata.

Inducción y método

Si lo más importante en la inducción es el descubrimiento, el método o la regla no tienen mayor significación. Para Whewell, el método en la inducción es un recurso auxiliar, se le usa en la coligación y en los procesos posteriores.

Considerando que la ciencia no solo descubre leyes (critica a Comte), sino también causas, señala dos métodos: métodos de inducción de leyes y métodos de inducción de causas y de estas nuevamente leyes, así hasta el descubrimiento.

El método de la coligación tiene tres etapas: selección de la idea, construcción de la concepción y determinación de las magnitudes; yendo de lo más amplio y teórico a lo más restringido y numérico. Por ejemplo en la ley cuantitativa, deber considerarse, variable independiente, construcción de formulas y determinaciones de coeficientes; y en la ley no cuantitativa se debe considerar: la ley de la continuidad, el método de la gradación y el método de la clasificación.

Inducción y pragmatismo

Validez inductiva

Para la ciencia actual el “elemento sintético hace el razonamiento inductivo necesario” debido a que se relaciona con los hechos, con la realidad y sus interconexiones.

Dicen Kupperman y McGrade, el razonamiento inductivo se mueve de “hechos experimentados a otros no experimentados”, o de enunciados “seguros” a otros que se consideran “menos seguros”; aunque a veces procedemos a la inversa: planteamos hipótesis (menos seguras) y las remitimos a los hechos, los que nos dan “seguridad”, luego la hipótesis se convierte en algo “seguro”. Aún más, se afirma que: “Sí nos conduce de premisas verdaderas a una conclusión “en la mayoría de los casos” a que se aplica, ello lleva a plantear ¿Cuánto es la mayoría?; de la misma forma se hace mención a la expresión “casi siempre” pero de nuevo ¿Cuándo es “casi siempre”?”

Todas estas particularidades se dan en la inducción y reflejan el actuar real y diario del científico, exigen que se trate a la inducción de otra manera, como un sistema con sus propias reglas, dejando de lado los criterios de la lógica deductiva.

Para los pragmáticos, la inducción es un proceso necesario, siendo menester fundamentar su validez, pero con patrones propios. Surgen así dos teorías que pretenden justificar la inducción: la teoría del éxito y la teoría de la similaridad.

Teoría del éxito

Considera que “válido” significa “producir estimaciones exactas de la realidad no experimental, al menos casi siempre”. Se considera que si una conclusión “casi siempre” ha sido exitosa, entonces es válida. El éxito se asienta en realidades ya experimentadas o que ya sucedieron los hechos de “tal manera”; por lo que sucederán de la misma forma. Esta conclusión nos da cierta seguridad o “esperamos acertar en la mayor parte”. El éxito no es así un deseo, ni una aspiración ilusa, sí es un ideal abstracto y lejano, pero que tiene una base real: ya ha sucedido, por lo que se transforma en una garantía por lo que sucederá.

El éxito se da en razón de los resultados, sólo se requiere que ellos estén “a mano”: en el tiempo y en el espacio. Pero se objeta ¿y el éxito a largo plazo? Los defensores sostienen que el que un caso no suceda o haya fracasado, no significa que todo el razonamiento sea invalidado, porque tendrían que probarlo. Al contrario los defensores sostienen que es una necesidad predecir y que por la vía que defiende, está lo correcto. Vuelven los críticos y afirman que, el argumento de la predicción al que recurre la teoría del éxito, no es tal, ya que no predica nada, porque al afirmar la validez de la conclusión inductiva solo lo hace cuando ya ha sucedido el hecho. Si esto es así, el razonamiento inductivo no predice nada (en el sentido de cómo lo defienden los que sostienen la teoría del éxito).

Los defensores del éxito dirían que en la realidad, el científico opera así, eligiendo y avanzando en razón de aquellas conclusiones inductivas exitosas y eliminando los fracasos, y no se plantea grandes problemas en su diario trabajo de descubrimiento. De manera precisa se afirma que “nuestra confianza en una teoría científica depende enteramente del éxito de la teoría en la producción de predicciones verdaderas acerca de la realidad no experimentada, sobre la base de descripciones verdaderas de la realidad ya experimentada. Si podemos decir de una teoría X, que la mayor parte de las predicciones hechas a partir de ella han resultado ser verdaderas, nos sentimos justificados al utilizar X, para hacer estimaciones de nuevas

realidades no experimentadas” (Kupperman y McGrade, 1973, p. 205).

Sin embargo la teoría del éxito no es lógicamente aceptada, primero porque se da a nivel de la percepción y de casos y hechos específicos; segundo porque los éxitos observados se refieren a experiencias del pasado y ¿qué nos garantiza que lo dado en el pasado sucederá en el futuro?, tercero que no existen técnicas que nos permitan verificar afirmaciones que se hacen del futuro. Desde la perspectiva de la lógica y más aún de la lógica deductiva no tiene sentido hablar de validez de los razonamientos inductivos. La teoría del éxito tiene un sustento empírico y casuístico pero como estructura cognitiva lógica en el sentido de la generalización de la ciencia no es consistente.

Teoría de la similitud

Señala que la inducción es válida porque ha mostrado una “coherencia” entre lo experimentado y lo no experimentado, o entre el pasado y el futuro. En otros términos entre ellos hay una “similitud”, y esto es cierto porque en caso contrario el pasado sería totalmente diferente del futuro, lo que no es cierto, así no ocurre en la realidad. Como también habría que eliminar la lógica formal porque no se aplicaría al mundo, dado que ella se sustenta en el principio de identidad que tiene como requisito la constancia del significado.

La similitud es entre el sujeto de la premisa y el sujeto de la conclusión; ellos son similares porque pertenecen a la misma especie. De igual forma se procede “sobre la suposición de las propiedades iguales para clases específicas de cosas” o “cosas de la misma especie tienen las mismas propiedades”.

En el fondo la similitud, tiene como base el principio de regularidad, legalidad o uniformidad de la naturaleza. “Argumentamos que la relación de similitud desempeña el mismo papel en nuestro intento de tratar razonablemente con el mundo que la relación de identidad en nuestros esfuerzos por ser racionales en el pensamiento y en el lenguaje: cuando quiebran las leyes de la identidad, quiebra en general la lógica formal; cuando quiebra el parecido del futuro al pasado, quiebra la aplicación de la lógica formal al mundo” (Kupperman y McGrade, 1978, p. 208). Pero pueden surgir “aparentes irregularidades” que habría que explicarlas como expresión de regularidades más profundas. En el mundo hay hechos regulares como irregulares, en ese sentido el argumento deductivo como el inductivo corresponden al conocimiento de dichos hechos y el tipo de verificación o de validez es diferente.

INDUCCIÓN Y PROBABILIDAD EN VON MISES

Naturaleza del conocimiento y la ciencia

Comienza afirmando que la ciencia nunca nos brinda certeza absoluta y definitiva. Lo único que se obtiene es cierta seguridad. El conocimiento desarrolla por estadios y cada ciencia está en un nivel determinado en función de la capacidad mental de quienes lo practican.

La ciencia es una forma de conocimiento que necesariamente cambia, en función de la forma como estructuramos nuestra razón como producto de la acción. Específicamente la categoría acción explica el comportamiento en las ciencias sociales, allí los hechos están

guiados por la causalidad y la teleología, como en la economía. En las ciencias naturales se cumple la causalidad y la uniformidad, Desde el punto de vista apriorístico se da la “inmutabilidad y universalidad del pensamiento y de la acción” (Von Mises, 1986, p. 69).

Podemos encontrar que el razonamiento y la acción muestran dos realidades que se complementan. Tenemos así que los teoremas y los conocimientos que provienen, vía percepción, de la realidad se complementan. En cualquiera de los casos esto no sería posible sin las categorías o esquemas lógicos del pensamiento.

Considera Von Mises que en general “La cognición derivada del puro razonamiento deductivo es, desde luego, dígame lo que se quiera, fecunda, dándose acceso a esferas que, en otro caso desconoceríamos. La trascendente misión del razonamiento apriorístico estriba de un lado, de permitir advertir cuanto en las categorías, los conceptos y las premisas hállese implícito y, de otro, en ilustrarnos acerca de cuanto de tales conceptos no están comprendidos. Su función, por tanto, consiste en hacer claro y evidente lo que antes resultaba oscuro y arcano” (Von Mises, 1986, p. 73).

La deducción es el método más importante y su función, aparte de la posibilidad de validez, es permitir mostrar conocimientos más concretos. En el caso de las ciencias sociales la deducción conduce a estructurar la base apriorística, pero debido a que entre los hechos sociales no hay relaciones constantes, debe usarse la comprensión que actúa como el “análisis cuantitativo y de medición”. En relación a esto finalmente concluye que “el hombre desde luego no es infalible. Busca siempre la verdad, es decir, aspira a aprehender la realidad lo más perfectamente que las limitaciones de su mente y razonamiento le permiten. El hombre nunca será omnisciente. Jamás podrá llegar a un convencimiento pleno de que su investigación hállese acertadamente orientada y de que son efectivamente ciertas las verdades que considera inconcusas, lo más que al hombre le cabe es revisar, con el máximo rigor, una y otra vez, el conjunto de su tesis” (Von Mises, 1896, p. 117).

Incertidumbre y probabilidad

La comprensión de la categoría de acción significa un conjunto de actividades dirigidas al futuro, desplazadas en un plano borrascoso que muestran un mundo incierto, eso jalona el pensar. Sino fuera así el hombre sería un autómeta.

En la realidad todo es acción, por lo tanto se dan permanentes cambios, por lo que no se puede diagnosticar ni predecir exactamente. Sin embargo, el cálculo de probabilidades nos conduce a niveles de certidumbres, a niveles de probabilidad, que están en función de necesidades, preferencias y gustos, reacciones intensas e inesperadas frente a hechos y cambios nuevos, las ideologías, los descubrimientos científicos y tecnológicos, las políticas y la variedad contradictoria de expresiones llevan un futuro desconocido, “la acción supone siempre arriesgada especulación”.

Considerando la importancia de las probabilidades, Pascal lo dotó de un lenguaje simbólico, lo que condujo a errores, en el sentido de creer que las probabilidades me dan conocimientos del futuro y de éxito, por ejemplo, en los juegos de azar, donde el comportamiento es inexplicable en principio.

Dice Von Mises “Los problemas atinentes a la ilación probable son de complejidad

mucho mayor que los que plantea el cálculo de probabilidades. Solo la obsesión por el enfoque matemático podía provocar un error tal como el de suponer que probabilidad equivale siempre a frecuencia. Otro yerro fue el confundir el problema de la probabilidad con el del razonamiento inductivo que las ciencias naturales emplean. Incluso un fracasado sistema filosófico, que no hace mucho estuvo de moda, pretendió sustituir la categoría de causalidad por una teoría universal de la probabilidad. Un aserto se estima *probable tan solo* cuando nuestro conocimiento sobre su contenido es imperfecto, cuando no sabemos bastante como para debidamente precisar y separar lo verdadero de lo falso. Pero, en tal caso, pese a nuestra incertidumbre, una cierta dosis de conocimiento poseemos, por lo cual, hasta cierto punto, podemos pronunciarlos, evitando un simple *non liquet* o *ignoramus*". (Von Mises, 1986, p. 176).

Después de descartar las diversas formas de aplicación del término probabilidad, desde los matemáticos hasta los filósofos, considera que probable se aplica cuando sabemos algo de algo, en ese sentido refiere a un nivel de conocimiento acerca de algo.

Tipos de probabilidad

La probabilidad puede ser:

- a. de clase, y
- b. de caso

Se da la probabilidad de clase cuando “conocemos o creemos conocer” los elementos que integran un conjunto de hechos, pero no sabemos específicamente cómo se da. Aquí también se muestra una “imperfección” de los signos matemáticos, afirma: “Dichos cálculos en realidad, no hacen más que reiterar, mediante fórmulas algebraicas, lo que ya no constaba de antemano. Jamás nos ilustran acerca de lo que acontecerá en casos singulares. Tampoco evidentemente, incrementa nuestro conocimiento en orden a cómo opera el conjunto, toda vez que dicha información, desde un principio, era o suponíamos plena” (Von Mises, 1986, p.177).

En ese sentido, el uso del cálculo de probabilidad en los juegos de azar, con la creencia que limita las pérdidas o los riesgos o que conduce al éxito, no es cierto, no se da que el mejor jugador aplica en sus logros el cálculo de probabilidades. En ellos predomina el azar, lo que no se conoce todavía, por eso finalmente algunos dirán es cuestión de suerte o finalmente que suceda lo que Dios quiera.

En otros casos dada una situación de juego algunos participantes creen en el criterio de cantidad, si compro más boletos, participo más o invierto más, hay más probabilidad que gane; sin embargo esto depende de que los jugadores conozcan las reglas del juego lo que generalmente no ocurre en las loterías o casas de juego.

Se da la probabilidad de caso cuando hay “imperfección de nuestro conocimiento”, suponemos que “conocemos unas específicas circunstancias cuya presencia o ausencia dan lugar a que cierto evento se produzca o no” En este caso conocemos características individuales de casos.

“La probabilidad del caso es una respuesta especial en el terreno de la acción humana,

donde jamás cabe aludir a la *frecuencia* con que determinado fenómeno se produce, pues en tal esfera manéjense invariablemente eventos únicos que, en calidad de tales, no forman parte de clase alguna” (Von Mises, 1986, p.181). Siendo así en la probabilidad de caso no se usa el sistema simbólico de la matemática, del cálculo de probabilidades, la herramienta para actuar es la comprensión. Es lo que sucede en historia y en otras ciencias sociales como la Pedagogía.

POPPER Y LA INDUCCIÓN

Marco general

Popper en su *Lógica de la investigación científica* (publicada en 1934) plantea dos problemas claves: la demarcación y la inducción. Esta la consideró como un aspecto de aquélla. Trata la primera tesis, el marco general luego su punto de vista específico acerca de la inducción.

Analiza cómo los filósofos han desarrollado su actividad y considera que el punto de partida para este aspecto es el método. Dice: “entre los muchos métodos (...) me parece hay uno digno de ser mencionado (...): consiste simplemente en intentar averiguar qué han pensado y dicho otros acerca del problema en cuestión, porque han tenido que afrontarlo, cómo lo han formulado y cómo han tratado de resolverlo. Esto me parece muy importante, porque es parte del método general de la discusión racional”. (Popper, 1971, p.17). El método adecuado es aquél que averigua el **qué, por qué, y cómo** (en dos sentidos: cómo se formularon y cómo se resolvieron), de los problemas, pero no hay un “método propio” de la filosofía, esta es su primera tesis.

Después desarrolla su segunda tesis. Sí existe problema filosófico y se refiere a cómo “entender el mundo”. Esto está dirigido contra los filósofos “analistas lógicos” o contra los “analistas del lenguaje”, y afirma que es erróneo reducir la filosofía a una mera actividad lingüística.

Pero para “entender el mundo” se requiere analizar el conocimiento. Este puede ser ordinario y científico y es estudiado por la Epistemología, que se plantea como problema central, el “aumento del conocimiento”, esta es su tercera tesis. Aprovecha en esta parte para criticar a los que establecen diferencias abismales entre ambos tipos de conocimientos, o sólo les preocupa un tipo de conocimiento: el científico.

Ya en el terreno de la Epistemología, plantea su cuarta tesis: “el conocimiento científico no es sino un desarrollo del conocimiento ordinario o del sentido común”. En este aspecto Popper no está de acuerdo con los desarrollos del conocimiento científico hasta llegar a un “lenguaje especial” que a través de formulas se alejan totalmente de la realidad, o que no tratan del conocimiento ordinario. Se opone a quienes defienden como método la “construcción de modelos artificiales del lenguaje de la ciencia” y hablan de la “ciencia como un lenguaje”, o de “modelos”, que empobrecen la ciencia empírica. Afirma los “modelos lingüísticos son demasiados pobres para ser útiles en ciencia alguna; y –desde luego– son esencialmente más pobres que los lenguajes ordinarios, inclusive los más primitivos” (Popper, 1971, p. 21).

Acepta la tesis de que el conocimiento científico es “el conocimiento del sentido común, en grande”, no usa métodos precisos o especiales por anticipado. Afirma que este es el camino

de Kant, Whewell, Mill, Pierce, Poincaré, Russell, a la que él se adhiere.

Entrando más a fondo en el conocimiento, plantea la disyuntiva:

- a. analizar el proceso de concebir, inventar o de cómo se descubre una idea, una ley o teoría,
- b. analizar la estructura del producto, del enunciado.

La primera supone una actitud psicológica y se opone a ella, afirmando que el proceso de descubrimiento no se puede reconstruir, pues no hay un método lógico de tener ideas nuevas, tampoco es posible la reconstrucción lógica de este proceso. La segunda alternativa sí es lógica y puede referirse a reconstruir las “contrastaciones subsiguientes” o analizar el esqueleto lógico del “procedimiento a contrastar”, específicamente, a analizar las relaciones lógicas.

La ciencia en Popper

Concepción de ciencia

La ciencia es un “sistema de hipótesis”, es decir un conjunto de conjeturas acerca de la realidad, las mismas que por principio, no es posible justificarlas, solo “contrastarlas”, “corroborarlas”, pero nunca son verdaderas, falsas o probables. Diferente es la posición de los positivistas para quienes la ciencia es un “sistema de enunciados (...) reducibles a enunciados elementales (o “atómicos”) de experiencia –a “juicios de percepción”, “proposiciones atómicas”, “cláusulas protocolarias” o como los quieran llamar. No cabe duda que el criterio de demarcación implicado de este modo se identifica con la lógica inductiva que piden” (Popper, 1971, p. 34).

Cuando habla de ciencia, se refiere a la ciencia empírica, son ellas las que deben analizarse en su proceder (lógicamente), es decir, “analizar el método de las ciencias empíricas”. Consideran algunos que las ciencias empíricas usan “métodos inductivos”, luego la lógica de la investigación científica se referirá al análisis lógico de los métodos inductivos, pero esto es falso, dice Popper.

Se afirma también que si se analiza la evolución general de una de las ciencias empíricas, por ejemplo, la Física, que se toma siempre como modelo, se percibe una “dirección inductiva”, debido a que ha desarrollado de teorías de menor nivel a otras de mayor nivel de generalidad, pero –dice Popper– en el mejor de los casos ese comportamiento puede ser llamado como “casi inductivo” porque lo que importa no es el proceso general del desarrollo del conocimiento, sino lo concreto, es decir, las inferencias inductivas. Si se analizan los desarrollos de esas inferencias utilizadas, lo correcto sería calificarla como de menor o mayor “grado de contrastabilidad o de corroborabilidad”, es decir, que resisten más a las pruebas.

La ciencia se desarrolla por peldaños, no hay un conocimiento seguro, ni definitivo, esto es un “ídolo”. Nunca puede afirmarse que se alcanzó la verdad, sin embargo, la ciencia es un instrumento útil, que nos conduce al logro de un mejor conocimiento. De la misma forma el hombre está tras la “búsqueda de la verdad”. Este ideal y el anterior son los “motivos” más fuertes de la investigación científica.

Afirma Popper: “El antiguo ideal científico de *episteme* –de un conocimiento

absolutamente seguro y demostrable— ha mostrado ser un ídolo. La petición de objetividad científica hace inevitable que todo enunciado científico *sea provisional para siempre*: sin duda, cabe corroborarlo, pero toda corroboración es relativa a otros enunciados que son a su vez provisionales” (...). La opinión equivocada de la ciencia se delata en su pretensión de tener razón: pues lo que hace al hombre de ciencia no es su *posesión* del conocimiento, de la verdad irrefutable, sino su *indagación* de la verdad persistente y temerariamente crítica” (Popper, 1971, p. 261).

Pero la ciencia avanza y lo hace a partir de dos criterios: “acumular nuevas experiencias perceptivas y organizar mejor lo que ya tenemos a nuestra disposición”. Quisiera terminar esta idea de la ciencia con lo que Popper llama la finalidad infinita de la ciencia. “descubrir incesantemente problemas nuevos, más profundos y más generales, y sujetar nuestras respuestas (siempre provisionales) a contrastaciones constantemente renovadas y cada vez más rigurosas” (Popper, 1971, p. 262).

La inducción según Popper

Toma el concepto clásico de inducción, la define como

“una inferencia cuando pasa de enunciados singulares (llamados, a veces, enunciados particulares) tales como descripciones de los resultados de observaciones o experimentos a enunciados universales tales como hipótesis o teorías. Ahora, desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados particulares, por elevado que sea el número, porque cualquier conclusión que saquemos de este modo corre siempre el riesgo de resultar un día falsa” (Popper, 1971, p. 27).

El problema gira en torno al “paso” ¿es posible o no es posible? Si es posible, ¿cuál es el carácter de ese “paso”? ¿Es igual a lo que ocurre por ejemplo en la deducción? ¿Qué fuerza tiene la conclusión así lograda? Esto significa el problema de la inducción o cómo determinar la verdad de las afirmaciones universales que se basan en afirmaciones de la experiencia.

Haber justificado el “paso”, quiere decir, que existen leyes naturales cuya verdad se nos muestre, es decir, veamos la relación verdadera en diversas circunstancias y condiciones; sin embargo, si se revisa la historia del conocimiento científico, ese tipo de enunciados no se encuentran fácilmente, ya que algunos que lo consideraron así, fueron negados en una experiencia posterior.

La justificación del “paso”, es lo que se llama el “problema de la inducción”, y el análisis se hace considerando, “bajo qué condiciones” se justifican las inferencias que lo hacen posible.

Wittgenstein, consideró que en la justificación debe aplicarse “la teoría del sentido”, con ese criterio concluía que la inducción es un “seudoproblema vacío”. En esa misma línea de pensamiento, Schlick afirmó que justificar lógicamente una conclusión inductiva (es decir un enunciado universal), es absurdo. Simplemente repite con Hume: no tiene justificación lógica, “los razonamientos inductivos no tienen validez”, y esto debido a que no son “auténticos enunciados”.

Reichenbach llegó a hablar de una “probabilidad inductiva”. Considerando que la inducción en su desarrollo está vinculada a la hipótesis y que habría un procedimiento para justificarlo. Pero, dice Popper, no es posible justificar hipótesis o teorías científicas.

La tesis de Popper es que para justificar las inferencias inductivas, habría que comenzar estableciendo un “principio de inducción”; (también fundamental para decidir la verdad o falsedad, según Reichenbach), sin embargo dado que las inferencias inductivas se hacen con afirmaciones sintéticas, ese principio resulta superfluo, debido a que cometemos errores como la regresión infinita. No es posible un principio que, teniendo como base la experiencia, sea universal y concluyente, y no podría serlo porque el enunciado de la experiencia debe justificarse, y la justificación debe a su vez justificarse y así hasta el infinito.

Este problema lo resolvió Kant, afirmando que el principio es “válido a priori”, refiriéndolo a “la causación universal”. Popper concluye que las dificultades en la lógica inductiva son insuperables y afirma que igual ocurre con algunos que le atribuyen cierto grado de seguridad, o de “probabilidad”.

Hay que aclarar que Popper rechaza la probabilidad como grado de seguridad surgida de la inducción, pero acepta la probabilidad en la forma como lo plantea Von Mises, como frecuencia relativa empleada en la teoría de los juegos de azar. (Barker, 1963, p.: 23).

Propuesta deductiva

Popper rechaza la inducción porque no permite diferenciar los asuntos de psicología, de los de epistemología del conocimiento o por hablar del proceso en general, y no de inferencia por el tipo de conclusión que se obtiene; dado esto es necesario plantear los criterios que sirven de base a la ciencia empírica, de tal manera que se diferencien de la Metafísica.

Se habla entonces de los criterios de demarcación (demarcar o señalar los límites entre lo que es la ciencia y lo que no es ciencia (la Metafísica). Para Kant y Hume, la inducción era un criterio básico de demarcación; sin embargo para Popper la inducción no tiene nada que ver, como criterio de demarcación. Señala entonces que el criterio “podría describírsele como la teoría del método deductivo de contrastar, o como la opinión de que una hipótesis sólo puede contrastarse empíricamente –y únicamente después de que ha sido formulada” (Popper, 1971, p. 30).

Considera que esta propuesta deductiva ha de hacerse realidad por una vía de “acuerdo o convención” en la comunidad científica, pero que requerirán mayores discusiones racionales para aceptarla, afirma “No alcanzo a ver más que *una* sola vía para argumentar racionalmente en apoyo de mis propuestas: la de analizar sus consecuencias lógicas –señalar su fertilidad, o sea, su poder de elucidar los problemas de la teoría del conocimiento” (Popper, 1971, p. 37).

La aceptación de las teorías no solo es producto de la razón, también está ligado a los juicios de valor y a las preferencias del investigador en el proceso de obtención del conocimiento. En la investigación es necesario algo de fe y de creencia en determinadas ideas.

La ciencia empírica comenzará con una lógica elemental del conocimiento, que se da en

la práctica normal de la investigación donde se obtienen enunciados singulares o empíricas, llamados de manera más correcta “enunciados básicos” que sirven de premisa a una falsación empírica; luego se avanzará a la base empírica, formada por inferencias deductivas que operan a nivel de la teoría del conocimiento; aquí se revela realmente la lógica del conocimiento científico.

Al desarrollar la base empírica se forma “el sistema teórico empírico, que deben tener tres requisitos:

- a. Ser sintético (representar un mundo no contradictorio, posible).
- b. Representar un mundo de experiencias posibles, no metafísico
- c. Ser diferente de algún modo a otro sistema porque “representa nuestro mundo de experiencias” (es nuestro, porque lo hemos sometido y ha resistido nuestras contrastaciones).

Pero el sistema no debe orientarse, como se hace de manera común, a verificar, es decir, indagar o buscar pruebas que afirman o reafirman la verdad de un “enunciado básico”, sino todo lo contrario.

El criterio de demarcación debe servir para desarrollar la ciencia empírica, debe comenzar de enunciados básicos, debe trabajar con inferencia deductivas “ciertamente solo admitiré un sistema entre los científicos o empíricos si es susceptible de ser *contrastado* por la experiencia. Estas consideraciones nos sugieren que el criterio de demarcación que hemos de adoptar no es el de la *verificabilidad*, sino el de la *falsabilidad* de los sistemas. Dicho de otro modo no exigiré que un sistema científico pueda ser seleccionado de una vez para siempre, en un sentido positivo; pero sí que sea susceptible de elección en un sentido negativo, por medio de contrastes o pruebas empíricas: *ha de ser posible refutar por la experiencia un sistema científico empírico*” (Popper, 1971, p. 40).

Las teorías se eliminan definitivamente, concluyentemente, si hay pruebas que lo nieguen o falseen; es decir, si es posible refutarlo. Para que no haya riesgos de equivocarnos “debe falsar en todos los modos inimaginables”. Definitivamente las teorías “nunca son verificables empíricamente”.

La falsabilidad se da por contrastación, en este proceso se opera de la siguiente forma: dado una nueva idea, se extraen conclusiones por deducción, esas conclusiones se comparan entre sí; también se comparan con otros enunciados pertinentes (para hallar equivalencia, deducibilidad, compatibilidad e incompatibilidad) y para encontrar las relaciones lógicas.

Si la contrastación se realiza intersubjetivamente, surgen otros enunciados que requieren también contrastarse; en ese sentido, no puede haber enunciados últimos de la ciencia, no puede haber enunciados que no pueden ser contrastados.

Un problema que no hay que olvidar se refiere a “experiencias perceptivas y enunciados básicos”, “llamo “enunciado básico” o “proposición básica” a un enunciado que puede servir de premisa en una falsación empírica: brevemente dicho, a la enunciación de un hecho singular. Se ha considerado con frecuencia que las experiencias perceptivas proporcionan algo así como una justificación de los enunciados básicos: se ha mantenido que estos enunciados están “basados sobre” tales experiencias, que mediante estas se “manifiesta por inspección” la verdad de aquellos, o que dicha verdad se hace “patente en las experiencias mencionadas, etc.

Todas estas expresiones muestran una tendencia perfectamente razonable a subrayar la estrecha conexión existente entre los enunciados básicos y nuestras experiencias perceptuales” (Popper, 1971, p. 43).

En el proceso de contrastación hay que diferenciar el aspecto psicológico, del metodológico y del lógico, solo este es posible en el proceso de falsación. Finalmente dice Popper: “Mi propuesta está basada en una asimetría entre la verificabilidad y la falsabilidad: *asimetría* que se deriva de la forma lógica de los enunciados universales. Pues éstos no son jamás deducibles de enunciados singulares, pero sí pueden estar en contradicción con estos últimos. En consecuencia, por medio de inferencias (valiéndose del *modus tollens* de la lógica clásica) es posible argüir de la verdad de enunciados singulares la falsedad de enunciados universales” (Popper, 1971, p.41).

BARKER Y LA INDUCCIÓN

Barker en su trabajo titulado *inducción e hipótesis*, analiza los diversos planteamientos acerca de la inducción, para luego plantear sus puntos de vista.

El problema de la inducción

De la variedad de conocimientos que tenemos, en algunos creemos más que en otros, unos son más “razonables”. Pero se trata de saber “por qué son razonables”, qué es lo que los hace “razonables”. ¿Hay para ello una regla? Al respecto han surgido problemas, algunos de estos conocimientos “razonables” después de un tiempo se mostraron ambiguos, otros no eran concluyentes y sin embargo muchos científicos no se preocupaban por ello, peor, no investigan los principios de la lógica inductiva.

Al investigar más a fondo el problema, se percibe que se enmarca en tres aspectos:

- a. La inducción parte de la existencia “a priori” del mundo y de regularidades en su desarrollo. A partir de ahí se predice para hechos “no experimentados” y para hechos no observados.
- b. La inducción acepta que hay “otras mentes”, o qué otras “personas actúan de la misma forma”, o como “simples autómatas”. El asunto se vuelve más delicado (crítico), cuando están referidos a estados internos de los sujetos debido a que, bajo condiciones del sujeto X, se concluye para el sujeto Y.
- c. En la inducción se manejan conceptos ¿pero, ellos “existen” o son “ficciones”? ¿Tienen o no sustento real?

“En las ciencias físicas, el científico se puede guiar por el **buen sentido**, pero el problema es grave en las ciencias sociales” dice Barker (1963, p. 20).

Analizando lo anterior, para algunos el problema sí existe y hay que planear una solución en bien del desarrollo del conocimiento empírico, en cambio, para otros hay que “disolverlo”.

Análisis de la inducción

Para analizar la inducción se procede generalmente tomando como marco de referencia a la deducción. Quizás esto en razón de los planteamientos clásicos de Aristóteles de determinar la validez de la inducción en los marcos de los silogismos. El estudio comprende los siguientes aspectos.

- Cuando se analiza hay que considerar el carácter de los enunciados singulares (¿son perceptivos, sensoriales, singulares, protocolares?), ¿Se refieren a la realidad?, o ¿Sólo son datos sensoriales?; de las respuestas surgen los realistas y los subjetivistas.
- Cuando se analiza el carácter de los enunciados generales que son la conclusión inductiva (¿Son universales, abstractas?, ¿Es concluyente, provisional hipotético?), luego, ¿Debemos adoptar una actitud dogmática o escéptica?
- Tomando a la inferencia inductiva ¿Elige las premisas en razón de un criterio lógico o de un criterio subjetivo, o en razón de mi praxis? Luego, si elige los enunciados que son premisas, por ejemplo, en razón del uso o utilidad, ¿todo esto no está sujeto a la arbitrariedad? Si es así, no es válido, ya que hay “diversos métodos inductivos, que se confirman así mismo”.
- Tomando la misma inferencia inductiva, y aplicando reglas que justifiquen el proceso, ¿Debe darle más importancia a los enunciados (en su contenido o a las reglas)?, ¿No será que, en lugar de ajustar los enunciados en su contenido a las reglas, al contrario, deba ajustar las reglas a los enunciados?
- Pero, analizando ahora los diversos razonamientos inductivos, hay que pensar que no todos son válidos, algunos lo serán y otros no lo serán, luego el problema se plantea como ¿cuáles son válidos y cuáles no son válidos?; y llevando la idea a un extremo, ¿No puede pensarse “que cada razonamiento es un caso específico”?; luego “*cada caso es sui generis*”, es una ley en sí misma”, se llega a afirmar que el razonamiento inductivo es un arte, pero si es así, se cae en el viejo problema de **inventar razonamientos**, estamos en el caso de la acción, de la intuición, de la invención o la creación y ellos no pueden ser sometidos a reglas lógicas.
- Mas aun en un razonamiento inductivo, se reúnen diferentes enunciados referentes a sujetos que tienen predicados que son “semejantes”, y se consideran que es un “**buen fundamento**”; pero ¿Qué es un “buen fundamento”?; asimismo, ¿la “semejanza” de los enunciados primero, segundo y tercero es un “buen fundamento”?

Tesis de Barker: la confirmación

Considera que existe un problema de la inducción, pero a nivel filosófico y está referido a los “principios lógicos” esenciales del conocimiento empírico. Es cierto que existen las inferencias inductivas, o razonamientos no demostrativos, pero válidas, son sólo algunas, por lo que, hay que buscar “**fundamentos razonables**”, y elaborar una teoría general, respecto a su lógica, para saber cuales son válidas; estos razonamientos válidos serían la base del conocimiento empírico. Siguiendo a Kant, este conocimiento es posible, de lo que se trata es de discernir “cómo es posible”.

Frente a tal situación Barker (1963) plantea la teoría de la confirmación que considera:

- a. Obtener un “esquema” ideal de razonamiento considerado válido.
- b. Ese “esquema” debe tener relación con los razonamientos comunes de las personas.
- c. El “esquema” debe adecuarse a un cuadro filosófico general para “darle más coherencia y hacerlo más completo”.

Sin embargo, en referencia al concepto de “esquema”, no hay unidad de criterio, algunos como los fiscalistas proponen que debe ser simple y realista, que sirva de patrón para tratar las hipótesis; otros más teóricos, pretenden que haya esquemas más idealizados y filosóficos, a partir de enunciados con certeza.

El concepto de confirmación es complejo, así, Carnap diferencia el ámbito semántico (que puede ser: clasificatorio, comparativo y cuantitativo), del ámbito lógico de la confirmación. Desde un punto de vista más minucioso, se distinguen “grados de confirmación”, expresados en: afirmado, apoyado y presenta una prueba positiva. En todo caso se usan valores numéricos para cada grado. Popper no está de acuerdo con la denominación y en lugar de confirmación afirma que es mejor hablar de corroboración.

Sin embargo, para Barker, la teoría de la confirmación debe ser capaz de explicar las hipótesis de cualquier grado usando la lógica de cuantificadores. Sin embargo, tratándose de una ley, por ejemplo, que expresa algo general, ella no indica la noción de “necesidad causal”; si se quiere formalizar la ley, habría que agregar un nuevo símbolo.

Finalmente, la ciencia no sería otra cosa que una “trama” de hipótesis confirmadas por los elementos de juicios, que suministra la experiencia. Allí todavía se plantean otros problemas respecto a los “juicios”, por ejemplo, los que provienen de la “experiencia inmediata”, o sea, que tengan certeza, pero de nuevo surge el problema de la “certeza”. Otro problema se refiere a la relación de los juicios y la confirmación, se considera que los “juicios disponibles” darán el grado de probabilidad de la hipótesis que de hecho va a variar.

LA INDUCCIÓN Y EL EXPERIMENTO DE MICHELSON Y MORLEY

Preparación de la inferencia inductiva

El aspecto neurálgico, según el análisis de la parte anterior, son los enunciados singulares o básicos, ya que para la contrastación, en ambos casos, la base de la construcción de la ciencia empírica es la claridad.

Tales enunciados tienen una base empírica, que es denominada de diversa forma, por ejemplo, Whewell hablaba de la “observación de hechos” y considera que allí lo importante era la “observación científica”, una de cuyas formas es el experimento. Otros se plantean una “experiencia científica”, una de cuyas formas es también el experimento. Otros se plantean una “experiencia inmediata”, como los realistas; en ese sentido se insiste en el concepto semántico de la confirmación. Otros hablan de afirmaciones de “percepción”, o de “experiencias perceptivas”, y se discute el carácter del “dato sensible”.

Las actividades señaladas que conllevan a la elaboración de inferencias inductiva

efectivas, lo realiza el científico de manera constante, diaria y minuciosa, en el afán de obtener resultados confiables, motivado, como se afirma, por el “ansia de descubrir la verdad” y en ese afán construir diversos experimentos.

El experimento

Se define como la forma más completa de “observación científica”, porque se tiene en cuenta las reglas aceptadas por la comunidad científica. Es también un hecho socio-histórico, en tal sentido su implementación tiene caracteres relacionados a las condiciones sociales en que se realiza. Es también producto de los lineamientos o la forma en que se desarrollan los experimentos y el papel que desempeñarán en el futuro.

El experimento es una actividad del quehacer permanente del científico y forma lo que se llama **la práctica** de la investigación, es una práctica guiada, no ciega, ya que está orientada por una teoría científica pertinente. En tal sentido, está definida por dos fines: cognoscitivo y práctico.

En la aplicación del experimento se sigue la racionalidad científica, tecnológica y socio-crítica. Se consideran las siguientes etapas: plantear el problema experimental (lo cognoscitivo), después elegir el objetivo experimental (aspecto empírico) y finalmente elaborar un programa.

En la elaboración del programa, se tiene en cuenta: elegir el método, determinar las condiciones experimentales que se crean, elegir los aparatos a usar, señalar las operaciones de diversa índole a ejecutar; y fijar las diversas relaciones entre los diversos elementos.

Los experimentos pueden tener diversas características por lo que son de diversos tipos. Todo depende de la ciencia empírica donde se trabaja. Por ejemplo, Rivdina (1967) considera que los experimentos pueden ser:

- De fijación
- De reproducción (a su vez puede ser: de objetivo natural y de modelo). La reproducción de objetivos natural puede ser: en condiciones reales (naturales) y en el laboratorio.

Los científicos no realizan un solo tipo de experimento, avanzan desde el primero que es el más simple ya que fija los caracteres o relaciones donde el observador tiene mínima intervención; hasta el de reproducción, que es el que más se practica en la ciencia. Este es el caso del experimento realizado por los científicos Michelson y Morley, donde se parte de leyes conocidas, se elimina todas las influencias e interferencias para lograr un conocimiento “puro” y se ejecuta lo planificado en el laboratorio.

El experimento de Michelson y Morley

El contexto: antecedentes sobre la luz

Esta parte trata de relacionar la teoría de la inducción con el experimento de Michelson-Morley, como forma de “observación científica”, situación necesaria a partir de las cuales se viven “experiencias científicas” que son la síntesis de los antecedentes teóricos y las premisas

o enunciados válidos extraídos de otros experimentos anteriores, que constituyen el marco intelectual necesario para la situación directa e inmediata que vivirá el experimentador.

El experimento fue planeado para lograr un tipo de conclusión, pero se obtuvo conocimientos diferentes, por lo que se consideró un fracaso; de igual forma pretendía manejar la luz como variable independiente para medir el movimiento de la tierra. Por eso, nos interesa señalar como iban los estudios relacionados con la luz.

Diversos científicos estuvieron preocupados por estudiar la luz, por ejemplo, Aristóteles, Teodorico de Friburgo, Descartes y Galileo. Se habían ocupado de diversos aspectos: la naturaleza, (composición), la velocidad, su base o sostén material; y otros como: formación de sombras, difracción, reflexión, refracción; después vendría la interferencia y la aberración de la luz.

Es digno de mencionar la teoría corpuscular que por 1713 planteó Newton. Considera que la luz está formada por partículas de siete (7) tipos diferentes por su índice de refracción en diversos medios: aire, agua vidrio, etc.

A la tesis de Newton se opone la de Huygens que considera que la luz es un conjunto de vibraciones de éter, vibraciones de difieren en su longitud, lo que produce diferentes colores, debido al movimiento ondulatorio (ondas), se forman crestas y senos. Al trazar la línea horizonte entre el seno de una onda y otras se forma la longitud de onda, lo que origina el color.

La teoría de Huygens, retomaba el concepto de éter, planteando por Aristóteles, como sustancia invisible e inmaterial, el éter era sostén de las vibraciones, llegándose a especificar que había un éter luminífero (luz) y uno gravitatorio (gravedad). Esta situación planteaba la necesidad de analizar científicamente el éter. Así había que responder a: ¿Existe el éter?, ¿Cuáles son sus partículas?, ¿Cuál es su movimiento?, ¿Cuál es la situación?, entre otras.

Pero junto a las exigencias anteriores, había que decidir cuál de las dos tesis era válida. Se realizaron diversos experimentos y así en 1803, Young descubrió la Interferencia de la luz (franjas oscuras e iluminadas alternativamente), tesis a favor de la teoría ondulatoria. En 1848, Fizeau demostró que la velocidad de la luz era mayor en el aire que en el agua o en el vidrio, conclusión que apoyaba la tesis del éter y consecuentemente la teoría de Huygens.

En 1928, Bradley descubrió la Aberración de la luz, es decir, la desviación de los rayos de luz; luego el desplazamiento de la imagen que forma por acción del movimiento de la tierra; probó así que el “éter estaba en reposo con respecto a nuestro planeta”. Estos experimentos afirmaban la teoría ondulatoria y la existencia del éter. Esa era la tendencia de los conocimientos y la credibilidad de la comunidad científica de la época y eso lo será aún después del experimento de Michelson y Morley.

Se deducía entonces que sí existe éter, que está en reposo y vibra, lo que produce la luz, luego tomando un rayo de luz que vaya en ambos sentidos, podríamos determinar la velocidad de la tierra. A partir del éter en reposo, se abría la posibilidad de medir el movimiento absoluto y a partir de éste concluir el espacio absoluto (único lugar donde puede darse el movimiento absoluto). Esta posibilidad del movimiento absoluto, sin embargo, fue desechada cuando a partir del 1868 se midió el movimiento de la estrella Siris y se concluyó un punto de referencia estático, luego “todo movimiento era relativo”.

Las deducciones planteadas fueron el quehacer de Michelson primero y de Morley después. Desde 1881, Michelson se interesó de medir la “velocidad y dirección absoluta del movimiento de la tierra”, siendo oficial de la marina de los Estados Unidos de América su preocupación y estudio le llevó a ser premiado con una beca en la Universidad de Berlín. Fue en esta Universidad

“...en el laboratorio del famoso físico alemán Hermann von Helmholtz, donde el joven Michelson llevó a cabo su primer intento de detectar el viento del éter y con ello medir la velocidad absoluta de la tierra” (Gardner, 1987, p. 19).

El resultado de tal experimento fue negativo porque no afirmó la hipótesis planteada, el resultado fue que no había diferencia de la velocidad de la luz en diversas direcciones donde se propaga.

Michelson vuelve a Estados Unidos y trabaja como profesor, se le une el químico Morley. En 1887, ambos realizan el segundo experimento bajo todas las reglas aceptadas por la comunidad científica. Este experimento es el que revolucionó el pensamiento científico de la época (fue llamado el experimento de los experimentos) y por eso recibe el nombre de sus autores. Posteriormente se hicieron diversos experimentos para verificar los resultados iniciales.

Objetivos del experimento

Se trata de ofrecer pruebas directas del movimiento vibratorio del éter. Se usaron “movimientos de señales luminosas”, para, a partir de ellos determinar el movimiento de la tierra, dado que la “velocidad de la luz puede usarse como una especie de patrón para medir el movimiento absoluto”, declara Gardner. Esto suponía la aceptación de la tesis del “viento del éter”, y como tal el experimento debía, hacer mediciones en una u otra dirección, ello permitiría también determinar la dirección de la tierra.

Resumiendo: el fin cognoscitivo era determinar la “existencia del viento de éter” (Gardner, 1987, p. 23), también determinar las vibraciones del éter”, de igual forma la velocidad de las vibraciones; y considerando que el éter está en reposo, determinar el movimiento absoluto de la tierra, también medir la velocidad de las vibraciones en situaciones contrarias, a favor y en contra del “viento de éter”. Se suponía – y esa era la hipótesis– que la velocidad debía ser diferente, luego dos rayos deberían llegar en momentos también diferentes si iban en sentido contrario.

Condiciones del experimento

Teniendo en cuenta el marco de logros antes señalados, el diseño se completaba así: problema a medir: el movimiento absoluto de la tierra. Variables: independiente: manipular desde un aparato un rayo de luz que se desplazará en diversas direcciones; dependiente: los rayos de la luz deben llegar en momentos diferentes a pesar que partieron en el mismo momento, así viajen en sentido contrario. La hipótesis: el viento de éter actúa sobre los rayos de luz, alterando su velocidad y haciendo que uno llegue después del otro cuando recorren sendas contrarias.

Para cumplir lo anterior, se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones materiales y ambientes:

- Lugar adecuado, fuera de interferencias externas, movimiento de vehículos, sonidos, etc.
- Preparación del lugar del experimento: base sólida de cemento, ladrillo en la base, mole de piedra, uso del mercurio que posibilite el movimiento del aparato a usar y barra de madera.
- Control de la temperatura ambiental.
- Control del tiempo.
- Control de las distancias de los diversos aparatos.
- Selección del haz de la luz (se prefirió la luz amarilla).
- Juego de espejos, debidamente elegidos y dispuestos.
- Lámina de vidrio semi plateada.

También se pusieron en juego medios de conocimientos:

- Telescopio suprasensible.
- Espectroscopio.
- Instrumento para registrar las mediciones: relojes.

Los elementos anteriores permitirían realizar las siguientes operaciones:

- Lanzar un haz de luz, desde una fuente diferente a donde se halla el observador; rayo que se dividirá en dos: uno viajará paralelo al movimiento del “viento de éter”, el otro lo hará en sentido contrario.
- Tratar que el rayo recorra lo más que se pueda; se determinó hasta ocho las veces del viaje de ida y vuelta, para poder apreciar las diferencias de velocidades de un haz respecto al otro.
- Repetir varias veces el experimento, en la mañana y en la tarde.
- Girar el aparato en 360 grados para identificar las diversas características del recorrido y precisar direcciones definidas para la medición final.

Resultados del experimento

Dado que el primer experimento tuvo un resultado negativo, se consideró que era un “fracaso” porque no se logró lo propuesto; pero los resultados fueron inesperados. Pero dadas la exactitud, el rigor y la minuciosidad con que se llevó a cabo el experimento las conclusiones no se descartaron rápidamente.

Los resultados fueron:

- La velocidad de la luz era la misma en todas las direcciones.
- Se podría afirmar así que la velocidad de la luz, es equivalente a 299,800 Km / seg.
- Se negaba la existencia del “viento de éter”, “no encontraron el menor indicio de un viento de éter” dice Gardner.
- No se determinó la velocidad de la tierra, ni se encontraron las pruebas directas que sobre ella se buscaban.
- No se pudo determinar la dirección exacta de la tierra a través del “viento de éter”.

Los científicos analizaron las conclusiones, era lógico que debieran concluir que el éter no existe, sin embargo se resistieron a ello, dada la importancia que la teoría del éter había alcanzado en la explicación de otros hechos como en la electricidad y el electromagnetismo. Surgieron entonces esfuerzos por justificar las conclusiones del Michelson.

Fue así como Fitzgerald y Lorentz justificaron la igualdad de la llegada de los rayos de luz debido a que: "...el rayo de la luz más lento recorre inevitablemente un camino más corto, compensatorio exactamente a su retraso...", según Fitzgerald; o porque "...el viento de éter presionaba los átomos y producía ese acercamiento providencial del camino..." como decía Lorentz, de acuerdo a lo que relata Gardner en su libro mencionado.

Se mostraba pues un hecho casi normal, el aferrarse a ciertas teorías que habían mostrado seguridad en ciertas explicaciones, el temor a que se derrumben otras teorías y avances en investigaciones. Sólo el genio de Einstein hará que al continuar con sus estudios no tenga en cuenta ni el experimento de Michelson-Morley, ni trabajar sobre la base de la teoría del éter; solo así también pudo plantear conclusiones revolucionarias.

Carácter inductivo del experimento

El experimento por su naturaleza es "particular" en el doble sentido: se desarrolla en casos elegidos o seleccionados o elaborados (experimento ideal), bajo criterios que se asumen, y es "particular" en el sentido de la extensión, es decir, es tratado como una individualidad.

De otro lado, en su relación con la ciencia no se puede hablar del experimento en singular, sino necesariamente en plural, es decir, experimentos. Repetir una y mil veces el experimento para medir sus resultados, para establecer después la "conexión racional", formar la cadena de resultados enlazados y extraer conclusiones que van a ser elevadas a otro nivel de generalización. Así en la esencia del experimento está el ser punto de apoyo inicial, sobre el cual avanzará el conocimiento.

De otro lado, si todo experimento se repite, entonces es lógico que la hipótesis y la conclusión sea la misma de la anterior, luego es una forma de extender el conocimiento como lo indica la inducción. Sin embargo, como se experimenta con la realidad y se asume que ella cambia, es probable que el carácter de la conclusión varíe de uno a otro experimento y aquí surge lo que será el eterno problema que algunos se plantean respecto a la inducción.

A la interpretación anterior se plantea otra que afirma que como el experimento es una "observación científica", se hace bajo orientación técnica y teórica general. Esto conduce a afirmar que la esencia del experimento es deductiva, después a partir de ello se elimina la inducción como forma de desarrollo del conocimiento científico.

Podríamos afirmar que el experimento es la célula de la inducción, en el camino a la generalización, célula en el sentido de la existencia del conocimiento, en el camino de la verdad.

Así planteado es preciso hablar de **sentido inductivo**, como lo que ocurre en la primera etapa de construcción de la ciencia, del **proceso inductivo** como conjunto de acciones que muestra acumulación de casos individuales hacia el "todos", y después se puede hablar de

inferencia inductiva, cuando se relacionan premisas para obtener conclusiones nuevas. Siendo así la inducción está presente en el proceso de construcción de las estructuras cognitivas, en el proceso de generalización, no necesariamente en el proceso de validación de conocimientos o de obtención de conocimientos solamente teóricos y altamente abstractos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristóteles (1972). *Tratados de Lógica. El Organon*. México: Porrúa.
- Barker, S.F. (1963). *Inducción e hipótesis. Estudios sobre la lógica de la confirmación*. Argentina: EUDEBA,
- Boudot, M. (1979). *Lógica inductiva y probabilidad*. Madrid: Paraninfo.
- Ferrater Mora, J. (1994). *Diccionario de Filosofía*. España: Ariel.
- Gardner, M. (1987). *La explosión de la relatividad*. Barcelona: Salvat.
- Kupperman y McGrade (1973). *Fundamentos de la Lógica*. Barcelona: Labor.
- Landau y Humer (1969). *Qué es la teoría de la relatividad*. Moscú: Editorial MIR.
- Lorentz, H.A. (1973). *El experimento de Michelson*. En Einstein y otros: La teoría de la relatividad de Einstein. Madrid: Alianza Editorial.
- Martínez, P. (1978). *Filosofía de la ciencia empírica*. Madrid: Paraninfo.
- Piscocoya, L. (s/f). *La inducción de Stuart Mill*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Popper, K. (1971). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Rivdina, R.V. (1967). *Consideraciones sobre algunos tipos de experimento*. En: Algunas leyes del conocimiento científico. Montevideo: Pueblos Unidos.
- Sanz, J. (1987). *El experimento de Michelson-Morley*. Lima: UNMSM. Facultad de Letras y Ciencias Humanas. Escuela de Filosofía.
- Rumer y Rinkin (1967). *Sobre la metodología del conocimiento en Física*. En: Algunas leyes del conocimiento científico. Montevideo: Pueblos Unidos.