



## Cinta de Moebio

Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales  
Facultad de Ciencias Sociales

Universidad de Chile

[fosorio@uchile.cl](mailto:fosorio@uchile.cl)

ISSN 0717-554x

Chile

2002

David Pájaro Huertas

### LA FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

*Cinta de Moebio*, diciembre, número 15

Facultad de Ciencias Sociales-Universidad de Chile

Chile

## La Formulación de Hipótesis

**David Pájaro Huertas.** Investigador de la sección de Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos. IRENAT-CP. Montecillo, México.

---

### Resumen

La formulación de una hipótesis es la manera o los requisitos que deberán cumplirse para proceder a redactarla y entonces tener el enunciado conocido como hipótesis; lo cual es diferente al concepto de hipótesis. Es decir, hablaremos de la hipótesis como un enunciado y posteriormente como un concepto en base a las preguntas cómo se formula y para qué sirve.

Palabras claves: hipótesis, formulación, requisitos

Recibido el 27/May/2002.

### Abstract

The formulation of a hypothesis is the way or the requirements that will be completed to proceed to edit it and then to have the one enunciated well-known as hypothesis; that which is different to the hypothesis concept. That is to say, we will speak of the hypothesis like an enunciated and later on as a concept based on the questions how it is formulated and for what reason it serves.

Key words: hypothesis, formulation, requirements

### Introducción

El término hipótesis y su utilización dentro del proceso de investigación científico es de empleo reciente, quizá las ideas pioneras del historiador William Whewell escritas en 1847 (History of the inductive sciences) y la influencia de la obra monumental de Hegel (1779-1831), Comte (1798-1857) y Federico Engels (1820-1895), como reconocidos pensadores, nos proporcionan ese marco de referencia conocido como **método científico**; sin embargo, es muy probable que a partir de la obra del gran fisiólogo y médico francés Claude Bernard (1813-1878) sea clásico distinguir en la investigación experimental tres etapas: la observación, la hipótesis y la comprobación, y que es a través del cual que reconocemos que **la hipótesis** es la brújula que guía la generación de conocimiento científico. De tal manera que cualquier investigador está obligado a formular o plantear una o varias hipótesis, que una vez contrastadas le permitirán generar conocimiento científico.

Existen al menos dos etapas de trabajo por las que cualquier investigador pasará. **La primera**, cuando en sus trabajos iniciales está atento en torno a los hechos de la naturaleza y por lo tanto, **REALIZA OBSERVACIÓN**, y **la segunda**, cuando con base en ellos **FORMULA ALGUNA HIPÓTESIS**, que sometida a la comprobación pertinente, le proporciona los datos o información suficiente para aceptarla o rechazarla. Ambas etapas son importantes, pero la formulación y posterior comprobación de hipótesis, es el punto culminante en la generación de conocimiento

científico. Si algún investigador, dependiendo del área de trabajo que esté abordando, no es capaz de formular y comprobar alguna hipótesis, sus resultados son descriptivos y es poco probable que contribuyan a generar conocimiento científico dentro de la etapa teórica.

Cuando hablamos de hipótesis, siempre estarán en torno a este tema cuatro preguntas básicas:

1) **¿Qué es una hipótesis?**

2) **¿Cómo se formula?**

3) **¿Para qué sirve?**

4) **¿Cómo se contrasta?**

A propósito del título, en el presente documento diremos que **el término formulación hace referencia al enunciado de un principio, hecho o fenómeno en palabras o símbolos, sean o no matemáticos**. Por analogía, diremos que la formulación de una hipótesis es la manera o los requisitos que deberán cumplirse para proceder a redactarla y entonces tener el enunciado conocido como hipótesis; lo cual es diferente al concepto de hipótesis.

Por lo tanto, primero hablaremos de la hipótesis como un enunciado y posteriormente como un concepto. Esto a su vez obliga a cambiar el orden de las preguntas básicas respecto al tema, abordándose como sigue: a) ¿Cómo se formula?, b) ¿Para qué sirve?, c) ¿Cuál es el concepto de hipótesis? y, d) ¿Cómo se contrasta? Seguiremos dicho orden en el presente documento, considerando las tres primeras preguntas, la cuarta se analiza en otro escrito.

### **¿Cómo se Formula una Hipótesis? O Cómo se Redacta una Hipótesis**

Para analizar la etapa correspondiente a la formulación de una hipótesis, es necesario considerar como punto inicial al proceso de percepción del entorno, que en términos sencillos involucra la utilización de nuestros sentidos. Ya que la comprensión habitual de la evolución del hombre es resultado del hecho de que entendemos dicho proceso explorando la realidad física con nuestros cinco sentidos. Hasta el momento actual hemos sido seres humanos cinco-sensoriales.

Este camino de la evolución nos ha permitido comprender los principios básicos del Universo de manera concreta. Gracias a nuestros cinco sentidos, sabemos que cada acción es una causa que provoca un efecto, y que cada efecto posee una causa. De tal forma que el proceso de percepción involucra a su vez cuatro etapas, conocidas como: formación de imágenes, establecimiento de sensaciones, esclarecimiento de ideas y elaboración de conceptos.

Estas cuatro etapas en conjunto conducen al proceso de observación. De tal forma que la observación es la utilización de los sentidos para la percepción de hechos o fenómenos que nos rodean, o son de interés del investigador.

Entonces, la observación, permite abordar la realidad, esto es, la totalidad de hechos existentes y concretos que rodean los fenómenos que se estudian. El profesor de física David Bohm, del Birkbeck College, de la universidad de Londres dice que la palabra "realidad" está derivada de las raíces "cosa" (*res*) y "pensar" (*revi*). Realidad, por lo tanto, significa "todo aquello en lo que se puede pensar". Tal definición tiene la influencia de la física cuántica, que está basada en la percepción de un nuevo orden en el universo.

Desde el punto de vista de la Epistemología, existen tres herramientas básicas para abordar a los *hechos*, o todo aquello que sucede en la naturaleza: *observando*, *midiendo* y *experimentando*. Lo cual puede realizarse en una acción a la vez, o las tres de manera simultánea. Esto quiere decir que un fenómeno se está observando.

Por lo que, la observación metódica y sistemática de los hechos, permitirá a través del tiempo, generar información (o datos) acerca de su comportamiento. De esto resulta, que un hecho o fenómeno, podrá observarse en términos de fracciones de segundo, como en una reacción química, o de manera perpetua, como en el movimiento de los planetas, o de alguna variable del clima. Y la disponibilidad de datos a su vez permite observar, medir o experimentar en torno al fenómeno estudiado, todo en un proceso dialéctico.

### **La Etapa Empírica para la Generación de Conocimiento Científico**

La etapa en la cual se está generando información referente a un hecho o fenómeno, se conoce como etapa **EMPIRICA**; o de manera atinada, aquella etapa que proporciona experiencia. En esta etapa utilizamos como herramienta fundamental a la observación. Resaltemos la importancia de la observación y su relación con la formulación de hipótesis, analizando algunos episodios de la ciencia que han resultado fundamentales.

La observación se define como la utilización intencionada de nuestros sentidos para captar información. En la actualidad se considera que la observación tiene un papel importante en la ciencia cuando está guiada por una hipótesis, tal como lo mencionaba Claude Bernard: "todo el conocimiento humano se reduce a ascender de los efectos observados, a su causa. Después de una observación, se presenta al espíritu una idea relativa a la causa del fenómeno observado; luego esta idea anticipada es introducida en un razonamiento en virtud del cual se hacen experiencias para comprobarla. Por el momento, es necesario hacer notar que la idea experimental no es arbitraria ni puramente imaginaria; debe tener siempre un punto de apoyo en la realidad observada, es decir en la Naturaleza. La hipótesis experimental, en una palabra, debe estar siempre fundada en una observación anterior". La observación científica se da a partir de la selección deliberada de un fenómeno o aspecto relevante de éste, mediante la guía del método científico.

Los astrólogos caldeos de los siglos VII y VI a. C., quienes al igual que sus antecesores babilonios, creían que los cielos eran divinos, y por lo tanto identificaban a cada planeta con una deidad (Mercurio, Venus, Marte). Pensaban que observando sus movimientos podían predecir sus intenciones. Si la conducta de los planetas hubiera sido irregular, haciendo algo nuevo cada vez, la tarea de los astrólogos habría sido muy difícil y, probablemente no lo habrían iniciado. Pero dado que los movimientos eran cíclicos y se repetían una y otra vez, la operación no parecía tan difícil y, por tanto, tenía sentido ser extremadamente cuidadoso y preciso en las observaciones. Kidinnu (siglo VI a. C.) calculó el movimiento del sol con una exactitud tal que sólo fue superada en el siglo XX. Cabe recordar que caldeos, babilonios y griegos, carecían de telescopios.

El evento que permite generar experiencia y que está ampliamente relacionado con el de observación puede ejemplificarse con la formidable actividad de Tycho Brahe; él nunca hizo grandes descubrimientos, salvo uno, que lo convirtió en el padre de la Astronomía moderna, fundada en la observación. El descubrimiento estriba en que la astronomía tenía necesidad de datos observados, precisos y continuos. Guardad todos silencio y escuchad a Tycho, quien dedicó treinta y ocho años de su vida a la observación del movimiento de los planetas (de 1563 a 1601).

Poco se ha escrito e investigado acerca de las ciencias entre los pueblos mesoamericanos. Sin embargo una constante emerge entre lo que normalmente se pone de relieve: la observación detallada y continua de los astros para obtener la precisión de los cálculos astronómicos. Eli de Gortari presenta en su libro, "La ciencia en la historia de México" la siguiente tabla, en la cual es posible comprender la magnitud e importancia de la observación.

	Período Sinódico	
	CÁLCULO MAYA	CÁLCULO MODERNO
<b>Luna</b>	29.530864	29.53058877
<b>Mercurio</b>	115	115.667
<b>Venus</b>	584	583.92
<b>Marte</b>	780	779.936
<b>Júpiter</b>	389.6	398.867

La forma, las dimensiones y la orientación de la pirámide maya de Kukulcán están calculadas de tal modo que involucraron las observaciones de los astros conocidos en esa época, y una vez al año, por espacio de veinte minutos en el equinoccio, el juego de luz y sombras en los escalones asemeja una gigantesca serpiente que desciende por ellos. Esto sólo fue posible después de observar los movimientos de los astros y poseer un conjunto de datos sistematizados, como el que se presenta en la tabla anterior.

Georg Christoph Lichtenberg, físico, matemático y astrónomo alemán, que nació en 1742, afirmaba que "la observación y el conocimiento del mundo son la base de todo, además hay que haber observado mucho para poder usar las observaciones ajenas como si fueran propias, de otro modo, sólo se leen y quedan en la memoria sin mezclarse con la sangre".

Hoy en día todos conocemos aquella teoría que nos dice que el mecanismo de la evolución es la selección natural. Charles Darwin y Alfred Wallace son sus creadores. Aunque el primero siempre se lleva el crédito. Darwin tuvo una gran ventaja al ser invitado a una expedición científica a América del Sur, en el famoso velero "Beagle".

Darwin observó las grandes similitudes entre la flora y la fauna que existían entre las comunidades bióticas de los continentes, con aquellas comunidades de islas cercanas y dichos continentes. Para Darwin, tales similitudes y diferencias tenían un significado, una razón de ser.

Con el apoyo de las obras de Lyell ("Principles of Geology") y de Malthus ("An Essay on the principle of population"), Darwin postula el mecanismo que rige el proceso evolutivo de las formas de vida de nuestro planeta: la selección natural. En ella se plantea que es el medio ambiente quien ejerce una fuerza adaptativa sobre los individuos, a la cual estos deben acostumbrarse, y por lo tanto evolucionar.

A diferencia de Darwin, Alfred Wallace realizó todas sus observaciones en el Archipiélago Malayo, y de forma separada postula el mismo mecanismo evolutivo para las formas vivas existentes.

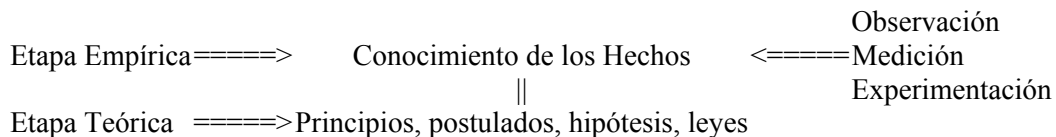
Tanto Darwin como Wallace utilizan a la observación como herramienta principal para tener información.

La información anterior son ejemplos grandiosos que dejan claro que la observación de los hechos constituye la etapa empírica para la generación de conocimiento científico, y puede ser en instantes o durante años. La observación de los hechos de la naturaleza aporta datos, producto de la medición de ciertos eventos, o por experimentación.

### La Etapa Teórica para la Generación de Conocimiento Científico

La siguiente etapa importante en la generación de conocimiento es la etapa **TEORICA**. El investigador utiliza herramientas tales como *los principios, postulados, hipótesis y leyes*. Aquí, el término hipótesis, deberá ser entendido desde una doble perspectiva: 1) como concepto y 2) como enunciado o formulación; razón por la cual se requiere saber cómo formular una hipótesis y posteriormente cómo contrastarla. Así sus resultados pasan a formar parte de la etapa teórica de la generación de conocimiento científico (ver figura 1).

**Figura 1. La generación de conocimiento científico**



Entonces, la formulación de cualquier hipótesis es sobre la base de determinados hechos o fenómenos, que al conocerse generan datos (información) de su comportamiento. Estos datos apenas constituyen una descripción de la realidad; pero sin ellos, carecemos de la materia inicial para tal formulación. Ya que en la actualidad la concepción de cómo se trabaja en la ciencia se conoce como el "modelo hipotético-deductivo", cuyo nombre se debe al filósofo Carl Hempel; y que efectivamente con base en este enfoque se enlaza a la teoría con la empiria.

Por lo tanto, la observación de la realidad conforma la gran experiencia que proporciona datos a partir de los cuales se formulan las hipótesis, que contrastadas adecuadamente, contribuyen a la creación de la teoría que sustenta o explica el comportamiento de cualquier hecho o fenómeno de la naturaleza. Es en esta fase cuando se genera conocimiento científico.

### La Formulación de Hipótesis

La formulación de cualquier hipótesis debe respetar estándares establecidos por la epistemología; el cuadro 1 presenta los aspectos más sobresalientes. De estos, quizá el más importante y que ayuda a formular, propiamente dicho, a una hipótesis es el requisito que establece *la forma sintáctica, o sea, la manera en que se redacta o se escribe una hipótesis*.

**Cuadro 1**

#### Algunas Características para la Formulación de Hipótesis

1. No debe contener palabras ambiguas o no definidas
2. Los términos generales o abstractos deben ser operacionalizables. Esto es, tendrán referentes o correspondencias empíricas (hechos, objetos, fenómenos reales)
3. Los términos abstractos, que no tienen referente empírico, no son considerados
4. Los términos valorativos no se consideran por no comprobarse objetivamente
5. Cuando sea posible, debe formularse en términos cuantitativos

6. **La forma sintáctica debe ser la de una proposición simple.** En ningún caso puede tener la forma de interrogante, prescripción o deseo
7. La hipótesis causal o estadística debe considerar sólo dos variables
8. Deberá excluir tautologías. Esto es, repetición de una palabra o su equivalente en una frase
9. Deberá evitar el uso de disyunciones; las que aparecen en proposiciones compuestas del tipo  $p$  o  $q$ , donde  $p$  y  $q$  son proposiciones simples cualesquiera
10. Deberá estar basada en el conocimiento científico ya comprobado y tomarlo como punto de partida. Esto es, considera al marco teórico
11. Deberá ser doblemente pertinente: a).- en su referencia al fenómeno real de investigación y b).- en el apoyo teórico que la sostiene
12. Deberá referirse a aspectos de la realidad que no han sido investigados aún, ya que un objetivo de la actividad científica es la producción de nuevos conocimientos, y
13. Finalmente, una característica de la **HIPOTESIS CIENTIFICA** es su falibilidad. Esto implica que una vez comprobada puede perfeccionarse a través del tiempo.

Los antecedentes modernos para la formulación de una hipótesis están en la lógica matemática (simbólica o proposicional), y a la vez han sido obtenidos de la lógica formal.

La lógica tradicional se dedicaba a estudiar, desde el punto de vista formal, a los juicios, los conceptos y los razonamientos; todas las formas discursivas eran consideradas como modificaciones, bien del juicio, bien del concepto o bien del razonamiento. Por esta razón, la hipótesis era comprendida por la lógica tradicional como forma específica del razonamiento o como juicio. La hipótesis era estudiada en la sección de razonamientos inductivos.

Recordemos que el juicio es un pensamiento en el que se afirma o se niega algo de algo. Además el juicio tiene una estructura cuyos elementos son: el sujeto (u objeto del juicio: la cosa de la que afirmamos o negamos algo en el juicio, y si sabemos de que cosa afirmamos o negamos algo, tenemos el sujeto del juicio); el predicado (lo que se afirma o niega acerca del objeto), y la cópula (establece que lo pensado en el predicado es propio o no del objeto del juicio).

Tomando algunos conceptos de la lógica matemática, se puede decir que la *forma sintáctica de una hipótesis es la de una proposición simple*. Las proposiciones son pensamientos en los que se afirma algo, y que se expresan por ello mediante enunciados u oraciones declarativas.

Recuérdese que las oraciones (conjuntos de palabras que expresan pensamientos completos; o como lo hemos aprendido desde nuestra formación básica, una oración tendrá sujeto-verbo-complemento), se dividen en declarativas, imperativas, interrogativas y exclamativas. *Reiterando, una proposición es equivalente a una oración declarativa, y ésta será la forma de redactar o formular una hipótesis*, la cual tendrá Sujeto: la cosa de la que afirmamos o negamos algo; Verbo: palabra que en una oración, expresa la acción o el estado del sujeto; Predicado: lo que se afirma o niega del sujeto.

Entonces, ejemplificando la redacción de algunas oraciones se tiene lo siguiente:

- 1) El universo esta formado por átomos de hidrógeno
- 2) ¡Maldita sea mi suerte!
- 3) ¿Qué pasó con la iniciativa de pena de muerte?

4) ¡No me molestes más!

En el ejemplo anterior, la oración uno es de mucha importancia por ser declarativa, ya que está afirmando algo que puede ser falso o verdadero. Otros ejemplos de oraciones declarativas pueden ser: Atenco está en México, y, México está en América, por lo que ambas oraciones a la vez son proposiciones. Sin embargo, una proposición también se puede representar por una expresión matemática, como la siguiente:  $(x+y)^2 = x^2+2xy+y^2$ ; tal ecuación es una proposición porque transmite algo que es verdadero.

Entonces, sólo de las oraciones declarativas puede decirse que transmiten una **proposición**, que por ser una afirmación, es **verdadera o falsa**.

**Por lo que la formulación de cualquier hipótesis es equivalente a tener un enunciado que tiene la presentación de una oración declarativa.** Alguna variante a esta forma es un grave error, y será cualquier cosa, menos la formulación de una hipótesis.

Nuestro trabajo de muchos años en la cartografía y clasificación de suelos ha permitido generar información para formular algunas hipótesis. Las siguientes son ejemplos de proposiciones simples, que cumplen con los requisitos para ser una buena hipótesis.

- Las tierras según la percepción de los campesinos se delimitan por fotointerpretación.
- Los mapas de suelos elaborados con el procedimiento de clases de tierras campesinas son más exactos y precisos, que aquellos con el procedimiento del levantamiento agrológico y la carta edafológica de INEGI.

Estas proposiciones están respaldadas por gran cantidad de trabajo que se ha desarrollado en el transcurso de varios años. Por ejemplo, en el primer caso, el punto inicial fue demostrar que en efecto, los campesinos tienen conocimiento del recurso suelo, lo cual ha sido posible básicamente a través del enfoque de la Antropología y la Etnología, y específicamente por la Etnoedafología.

Por lo que, entonces es posible redactar dicha oración, que cumple los requisitos para ser una hipótesis, la cual se ha comprobado, y cuyo producto final ha sido un procedimiento para la elaboración de mapas de suelos hasta el nivel parcelario.

Con esta información fue posible pensar en la formulación de la siguiente hipótesis, cuya comprobación pertinente ayudaría a criticar el trabajo de elaboración de mapas de suelos con el procedimiento técnico. Esto también ha sido demostrado plenamente.

El evento de formulación de las hipótesis permite plantear dos preguntas básicas, antes de tener la redacción del enunciado: 1. ¿Cómo se originan las ideas básicas para su generación?, lo cual lleva al contexto de descubrimiento, y, 2. ¿Cómo se justifican?, lo cual lleva al contexto de justificación; o en otras palabras, cómo se comprueba la validez de una hipótesis.

El contexto de descubrimiento es el aspecto más relacionado con la formulación de las hipótesis, por lo que se debe saber cómo llegar a una oración declarativa que se transforma en la hipótesis que guiará nuestro trabajo de investigación.

Este aspecto aparentemente sencillo, es la actividad más importante del trabajo científico, y se realiza a través de la inducción.

Recordemos que la inducción es un procedimiento del razonamiento que va de lo particular a lo general. Se parte de hechos particulares (casos concretos) y se llega a conclusiones generales acerca del tipo a que pertenecen los hechos particulares considerados.

### ¿Cómo se Formula cualquier Hipótesis?

Se tienen dos grandes vías a partir de las cuales se descubren hipótesis y por lo tanto se formulan o redactan: 1. A partir de la razón (razonando) y 2. A partir de la experiencia, usando la inducción.

En ambos casos es importante recalcar que el científico ha tenido una etapa previa de observación y acumulación de datos relacionados con el problema de la naturaleza que está investigando; por lo que la tradición científica permite desprender al menos cuatro procedimientos que llevan a la formulación de hipótesis, [o la manera en que escribiremos una oración declarativa].

Entonces, podemos "descubrir" una hipótesis a través de:

- 1) La información respecto a la observación de un fenómeno es tan clara que conduce fácilmente a una hipótesis,
- 2) El científico tiene una serie de convicciones o prejuicios filosóficos, producto de una gran experiencia en torno al problema que aborda. Lo cual lo conduce fácilmente a una hipótesis,
- 3) Un sueño en torno al problema de interés sugiere una hipótesis y su redacción correspondiente, y
- 4) Una analogía, con relación al problema de interés podrá conducir a la hipótesis buscada.

Es muy recomendable referirse al punto 1, ya que es más accesible observar y generar información, o leer lo que ya está editado acerca de un determinado fenómeno de la naturaleza, y así llegar a formular alguna hipótesis, relacionada con el problema que abordamos, y que aún no haya sido investigado.

Sin embargo, recordemos que en la construcción de una hipótesis ocupa un lugar especial la formulación de la idea nueva, que hace las veces de proposición. La aparición de nuevas ideas es condición indispensable para la construcción de hipótesis; pero de ideas precisamente nuevas, insólitas, que permitan edificar el sistema de conocimiento sobre otra base, distinta por principio de las anteriores.

Tal vez no se precise más que una sola cosa: la idea ha de ser completamente "loca" en comparación con los conceptos establecidos hasta el momento en que se tiene pensado formular tal hipótesis. Sólo a base de una idea nueva, como principio fundamental, se crea una hipótesis.

Por lo tanto, ¿cómo iniciamos la formulación de cualquier hipótesis? La respuesta es sencilla: 1) Después de conocer (observar) los hechos, 2) Después de estar bien documentado en torno a los hechos que nos interesen, y 3) Después de entender que para llegar al punto dos, podrán pasar varios años de observación (esto es, observando, midiendo, experimentando) y/o documentación.

Sólo y sólo entonces, es posible formular alguna hipótesis.

## Ejemplos de la Formulación de Hipótesis en Diferentes Campos del Conocimiento

Analicemos algunos ejemplos para comprender cómo se han formulado hipótesis en varios campos del conocimiento.

**Primer ejemplo:** En el anexo de este documento se presenta un escrito inédito del profesor Huberto Quiñones Garza, quien dedicó toda su vida profesional a la enseñanza de la geología y mineralogía de los suelos, en el Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas y en la Universidad Autónoma Chapingo; pero además su gran cultura y preparación le permitieron indagar en varios aspectos del conocimiento científico.

En dicho trabajo, es posible observar la estructura clásica de un artículo científico en donde se aborda un determinado aspecto de la realidad; en este caso denominado, "Sobre el ciclo maya de 819 días", que es de mucha trascendencia para la matemática y la antropología. El trabajo inicia por la lectura y comprensión de lo que se ha escrito y editado al respecto hasta la fecha en que el autor aborda dicho tema; posteriormente delimita la problemática que desea resolver planteando una serie de preguntas; para continuar con un análisis detallado y conciso que le permite al profesor Quiñones escribir: "De todo lo anterior expuesto, se derivan las siguientes hipótesis, para futura comprobación o reprobación".

Según los planteamientos que estamos analizando, es en este momento cuando se formulan las hipótesis, las cuales se escriben a continuación:

- 1) La aritmética maya es una combinación de diferentes sistemas numéricos, el tridecimal y el vigesimal, como lo expresa el producto  $(13)(20)=260$ ,
- 2) La cifra de los 260 días del *tzolkin* es la base fundamental de un sistema puramente aritmético en el que se generan diversas cifras compatibles con observaciones astronómicas cardinales para los maya.
- 3) El *tzolkin* permite el manejo de la cifra 3.15 como una excelente aproximación del  $\pi$ , mediante la formulación: "a cada circunferencia igual a 819, corresponde siempre un diámetro de 260",
- 4) La relación del ciclo de 819 días con jeroglíficos de colores y direcciones hallada por Berlin y Kelley está en función de la identificación de estos símbolos con las estaciones del año solar, de duración aproximada de  $91 \frac{1}{4}$  días.

Estas son verdaderas hipótesis, cuya característica es que corresponden a oraciones simples en donde se afirma algo que puede ser verdadero o falso, y que una vez formuladas, se espera pasar a la siguiente etapa que es la contrastación o comprobación.

**Segundo ejemplo:** analicemos la redacción de una hipótesis, en el ámbito de la evolución humana.

Elaine Morgan publica en 1982 un libro muy sugerente y atractivo llamado "The aquatic ape" (el mono acuático). Utilizando información de varias áreas del conocimiento, que ella narra inicia en 1960, se plantea la siguiente cuestión, "si el hombre descende del mono, ¿porqué el hombre puede hablar y el mono no?"

Para establecer la probable solución a estas preguntas, en general se apoya en dos teorías concebidas independientemente, una planteada por Max Westenhöfer en Alemania, en 1942, y otra

por el profesor Alister Hardy en Inglaterra, en 1960; que en conjunto se ha denominado la teoría del mono acuático. Dicha teoría fue desarrollada por Marc Verhaegen, con el título "la teoría del mono acuático: evidencia y posible escenario", y un resumen de ella se encuentra publicado en *Medical Hypotheses* (vol 16, p: 17. 1985).

La teoría del mono acuático afirma que la pérdida de pelo corporal y la grasa subcutánea, son características netamente humanas, y esto sólo fue posible si el hombre durante el proceso de evolución pasó por una etapa de adaptación en el agua, antes de poder caminar erguido y en dos miembros.

Elaine Morgan en su libro ("The aquatic ape"), menciona lo siguiente: "Existen fósiles de una criatura, que posiblemente sea un ancestro remoto del hombre, llamado *Ramapithecus*, cuya edad data de hace 9 millones de años. Además, se tienen fósiles con datos de mucha confianza, así como de las huellas impresas de una criatura que caminaba apoyado en dos miembros, que datan de hace tres y medio millones de años. Entre estos dos períodos, hasta la fecha no se han encontrado fósiles que sigan apoyando o contradigan a la teoría de la evolución humana planteada por Darwin; de que el hombre desciende del mono.

Sin embargo, según Elaine Morgan, al parecer este es un período de tiempo en que los ancestros del hombre aparentemente evolucionaron siguiendo un camino diferente al de los monos; por lo que ella se pregunta, ¿qué pasó en esta etapa del proceso evolutivo del hombre, qué sucedió en el ambiente natural en dicho período de tiempo?

A este respecto escribe lo siguiente: "... en ausencia de evidencia directa, el único camino que podemos seguir es deducir lo que pasó en la evolución del hombre dando respuesta a las siguientes preguntas:

- 1) ¿Qué se conoce de los monos?
- 2) ¿Qué se conoce del hombre?
- 3) ¿Qué se conoce de los fósiles?
- 4) ¿Qué se conoce de las condiciones ambientales de Africa en el período entre hace nueve, y tres y medio millones de años?, y
- 5) ¿Qué se conoce del proceso evolutivo en general?".

Con estas interrogantes, publica en 1985, un artículo en *New Scientist* (p: 62 y 63) denominado "In the beginning was the water", en donde formula la hipótesis siguiente:

"La fase acuática en la evolución del hombre es la condición necesaria para el desarrollo de la laringe en el *Homo sapiens*, y por lo tanto la característica evolutiva requerida para poder hablar".

La redacción anterior también es una verdadera hipótesis; con una formulación realmente hermosa, temeraria por sus aseveraciones pero apoyada por evidencias. Elaine Morgan, simplemente esta cuestionando los sagrados cimientos de la evolución humana planteados por Darwin desde hace más de cien años; lo cual es bastante atrayente y constituye un gran reto a la imaginación científica para llevarla a contraste.

La nota curiosa en torno a una hipótesis realmente "loca", se ejemplifica con el siguiente comentario: en el mes de enero del 2000, en un programa de televisión se presentó un documental en torno a este tema y ahí nos enteramos que las ideas de Elaine Morgan, han tardado treinta años para ser aceptadas en los círculos científicos evolucionarios, por la simple razón de que ella es guionista de cine, y no tiene formación científica. Sin embargo fue invitada a una reunión sobre evolución humana realizada en Suncity, Sudafrica, donde presentó las evidencias suficientes que apoyan la formulación de su hipótesis.

Concluiremos este ejemplo con algunas palabras captadas en ese programa televisivo. ..." Solo la evidencia y mucho trabajo podrán conducirnos a la conformación de una nueva verdad en torno a un tema apasionante, que de resultar cierto, mostrarían lo maravilloso que es formular y comprobar la valides de las hipótesis científicas."

**Tercer ejemplo:** Finalmente, analicemos la formulación de hipótesis famosas que una vez contrastadas, simplemente han cambiado la manera de concebir al universo. Hablaremos de la Mecánica Cuántica.

Los siguientes son ejemplos de las hipótesis que se formularon y contrastaron en diferentes épocas con resultados realmente asombrosos, que como ya comentamos han contribuido a percibir al universo de una manera completamente diferente.

En 1803 Thomas Young demostró que la luz produce interferencias (el experimento de la doble rendija), y sólo las ondas pueden producirlas.

Max Planck, en 1900, estudiando la radiación de los cuerpos negros, descubrió que la energía es emitida y absorbida en "trozos", a los que llamó cuantos (*quanta*). Él sometió a prueba con gran éxito la hipótesis de que "la luz se emite o recibe en pequeñas cantidades discretas".

Einstein en 1905: "La energía se presenta en paquetes de determinados tamaños o cuantos".

Louis de Broglie en 1924: "La luz representa la dualidad de la materia en ondas o partículas.

Schrödinger en 1926: "Los electrones no son objetos esféricos, como en el modelo de Bohr, sino modelos de ondas estacionarias".

Max Born en 1926: "La materia posee naturaleza ondulatoria que se describe como ondas de probabilidad".

Heisenberg en 1927: "La posición y el momento de una partícula no se pueden medir al mismo tiempo".

Nuevamente, observemos que todas estas formulaciones cumplen un requisito básico; son oraciones simples.

### **¿Para qué Sirve una Hipótesis?**

La formulación de cualquier hipótesis inicia con el análisis de los hechos. La hipótesis deberá explicar estos hechos.

Cualquier hipótesis que tenga cierta seriedad, se plantea con la finalidad de explicar los hechos conocidos y pronosticar los desconocidos. El filósofo Vienés, Karl Popper, afirma, "mientras más fuerte sea la capacidad lógica de una hipótesis, más fácil será de comprobar". Entonces, una hipótesis se constituye como la conclusión de un razonamiento con cierta probabilidad o verosimilitud, que se obtiene al estar analizando-sintetizando, en torno a los hechos o fenómenos, y en su formulación inducimos-deducimos a partir de las observaciones respecto a tales hechos o fenómenos.

La característica peculiar de la hipótesis radica en que sistematiza el conocimiento científico, integrando un sistema de abstracciones de la realidad que se observa.

En la hipótesis, es una proposición lo que viene a ser el punto de atracción de todo ese sistema de conocimientos y hacia la cual convergen todos los restantes juicios. Los juicios que integran la hipótesis argumentan esta proposición o se derivan de ella, es decir, conducen a ella, se infieren o se derivan de ella.

La hipótesis es la forma de desarrollo del conocimiento científico pero no por ser un juicio-proposición. La proposición por si sola, tomada aisladamente, no desarrolla el conocimiento acerca del objeto. Cumple su función sólo si está relacionada con el conocimiento anterior, de veracidad admitida, y con las conclusiones que de él se infieren.

En la hipótesis hay juicios fidedignos; una hipótesis privada de todo conocimiento verídico y demostrado, carece de valor científico. El conocimiento fidedigno constituye la base, el fundamento. Toda proposición tiene valor si está basada en hechos y leyes sólidamente establecidas.

La hipótesis por su esencia, comprende juicios problemáticos, es decir, juicios cuya veracidad o falsedad no ha sido demostrada aún; estos juicios problemáticos no han de ser conjeturas arbitrarias, su probabilidad debe estar argumentada por conocimientos anteriores ya demostrados.

Una hipótesis formada por proposiciones arbitrarias no deja ninguna huella importante en la ciencia. Una hipótesis de este género no constituye una verdad objetiva. Cuando estas proposiciones se refutan, de la hipótesis no queda nada.

La hipótesis científica verdadera incluye una proposición que puede ser refutada, pero que posee, además una serie de juicios verídicos que en el curso del desarrollo científico no sólo pasan de una hipótesis a otra, sino que se van haciendo más completos. El juicio-proposición, en la hipótesis científica debe estar argumentado con suficiente grado de probabilidad.

Si en los siglos XVII y XVIII los científicos miraban con recelo a la hipótesis, pues consideraban que el pensamiento verídico podía y debía evitarla de alguna manera, a fines del siglo XIX y en el XX, comprendieron en cambio, que el conocimiento se desarrolla por medio de ella.

En el siglo XX es poco probable que un científico serio niegue la importancia de la hipótesis en el conocimiento. En la doctrina de la hipótesis, lo principal no es ya el saber si desempeña un papel esencial en el conocimiento del mundo, sino lo que representa como forma de conocimiento científico, cuál es su relación con el mundo objetivo y qué carácter tiene el conocimiento en ella contenido.

La revolución acaecida en las ciencias naturales demostró que el conocimiento se desarrolla por medio de hipótesis que se van sustituyendo unas a otras.

De tal forma que una hipótesis sirve para: 1) Explicar los hechos existentes y 2) Pronosticar otros nuevos (desconocidos).

### **El Concepto de Hipótesis Científica**

Existen varias definiciones que ayudan a establecer el concepto de hipótesis (ver cuadro 2). Etimológicamente "es una explicación supuesta que está bajo ciertos hechos a los que sirve de soporte". Una definición que transmite el concepto de hipótesis, utilizando la información o datos de que dispone el investigador es la siguiente: "un conjunto de datos que describen a un problema, donde se propone una reflexión y/o explicación que plantea la solución a dicho problema".

**Cuadro 2**

<b>Hipótesis: hipo = bajo, thesis = posición o situación</b>
<b>ETIMOLÓGICAMENTE:</b> <i>"Explicación supuesta que está bajo ciertos hechos, a los que sirve de soporte"</i> .
1. Es una suposición que permite establecer relaciones entre hechos.
2. Es una afirmación sujeta a confirmación.
3. Es una explicación provisional del problema.
4. Es una solución teórica o tentativa del problema.
5. Es una relación entre dos o más variables para describir o explicar un problema.
6. Es un raciocinio o una conclusión según la cual un determinado conjunto de fenómenos, cuyo pensamiento forma el predicado del juicio, puede ser explicado como el resultado de un orden sujeto a leyes que no se observa directamente.
7. Es un juicio problemático mediatizado sobre el vínculo sujeto a las leyes de los fenómenos, que se obtiene como deducción de un raciocinio de probabilidad.
8. Es una suposición acerca de la existencia de una entidad, la cual permite la explicación de los fenómenos o del fenómeno estudiado.
9. Es aquella formulación que se apoya en un sistema de conocimientos organizados y sistematizados, y que establece una relación entre dos o más variables para explicar y predecir en la medida de lo posible, aquellos fenómenos de una parcela determinada de la realidad en caso de comprobarse la relación establecida.
10. Conjunto de datos que describen a un problema, donde se propone una reflexión y/o explicación que plantea la solución a dicho problema.
11. Enunciado o proposición que sirve de antecedente para explicar porqué o cómo se produce un fenómeno o conjunto de fenómenos relacionados entre sí.

Sin embargo, el concepto que se ajusta a nuestras reflexiones, porque utiliza la información de la lógica matemática, es: "aquel enunciado o proposición que sirve como antecedente para explicar porqué o cómo se produce un fenómeno o conjunto de fenómenos relacionados entre sí".

### **El Concepto de Hipótesis de Trabajo**

Sin embargo entre los investigadores hay la tendencia a considerar a la hipótesis tan sólo como una estructura de trabajo, carente de todo contenido objetivo. Más aún, algunos llegan a declarar que todas las hipótesis son fantasías, simples ficciones que sólo tienen valor práctico, pero que no reflejan de ningún modo el mundo objetivo. Consideran que la hipótesis no es más que un procedimiento artificial de la mente, que tan sólo sistematiza los conocimientos que se poseen. Al idealismo le conviene declarar que el mundo exterior es una hipótesis de trabajo cómoda.

El concepto de hipótesis de trabajo se introdujo para diferenciar el valor cognoscitivo de las diversas clases de hipótesis. Suele calificarse de hipótesis de trabajo a las primeras explicaciones del fenómeno.

Cuando se construye una hipótesis de trabajo lo importante no es que explique el proceso verídicamente (en la etapa inicial, esta faceta interesa poco al investigador), sino que proporcione datos que permitan seguir analizando este proceso, que le ayude a encausar el pensamiento hacia un estudio más detallado y profundo del objeto observado. La hipótesis de trabajo es una estructura totalmente provisional, una de las armas posibles y necesarias del investigador, que puede admitirse y desecharse en consonancia con las necesidades que presente la investigación del objeto.

Para que el proceso del descubrimiento y la descripción de los fenómenos tengan carácter consciente, es preciso que se atenga a una idea rectora y este es el papel, que en algunos casos, cumple la hipótesis inicial. Una vez construida esta hipótesis, el investigador busca los hechos y los fenómenos que han de existir si el contenido de la hipótesis corresponde a la realidad. Pero si estos hechos no se demuestran y, en cambio, se encuentran hechos que contradicen la hipótesis, el investigador construye una hipótesis de trabajo. La finalidad de la hipótesis de trabajo es auxiliar, debe ayudar al investigador a la acumulación de los datos y a su conocimiento previo.

La hipótesis de trabajo es una de las primeras suposiciones que se hacen al principio de la investigación científica; se convierte en hipótesis real o científica después de su precisión, y sirve para explicar todos los hechos compilados de la realidad, hechos que pretende demostrar.

### **A Manera de Reflexión en torno a la Formulación de una Hipótesis Científica**

- 1) Es posible formular una hipótesis cuando se ha tenido un período exhaustivo de observación y/o documentación de determinado hecho o fenómeno,
- 2) La formulación y posterior comprobación de alguna hipótesis, *es un proceso* que permite generar conocimiento científico, el cual conforma la etapa teórica de dicho proceso, y
- 3) Es necesario tener claridad respecto a la etapa de trabajo en la cual se desempeña cada investigador, ya sea, que esté desarrollando observaciones o que las utilice para formular hipótesis.

**Apéndice: Sobre el Ciclo Maya de 819 Días (H. Quiñones Garza)**

Varios investigadores mayistas encontraron años atrás que cinco inscripciones ( una en Palenque, tres en Yaxchilán, una en Quiriguá y una en Copán) de carácter calendárico, llevan intercaladas, a manera de inserciones consideradas "parentéticas", seis glifos, también calendáricos, que señalan fechas anteriores a las expresadas en las respectivas series iniciales. Los intervalos en días entre las seis fechas son: 11466, 15561, 3276, 16380, y 1433250. En 1943 Eric Thompson (5, 6) demostró que el factor común más elevado de estas cifras es 819, número que descompone, como él señaló , a los productos (9)(91), (7)(117), (3)(273) y (7)(9)(13). Thompson destacó la gran importancia mística para los maya de los números, 7, 9 y 13. Por ello consideró que manejaban un ciclo de 819 días, que habrá tenido un carácter mágico o ritual, sin descartar alguna manifestación astrológica o astronómica. Pensando en una posible relación con observaciones del planeta Mercurio, o de la Luna, encargó una investigación astronómica que no logró relacionar las fechas con los ciclos o fases de dichos cuerpos (6). Posteriormente, en 1961, Berlin y Kelley (1) establecieron relaciones entre las fechas "parentéticas" y glifos direccionales y de colores.

Un enfoque que no ha sido tomado en cuenta hasta hoy, es el puramente aritmético: el posible interés del sacerdocio maya en este número como tal. ¿Qué propiedades intrínsecas, además de las señaladas por Thompson, tiene el número 819? ¿Qué relación podría guardar esta cifra con sus sistemas numérico y calendárico? Veamos.

Entre los números 200 y 999 sólo hay tres nones, no divisibles entre cinco, que poseen ocho o más divisores ( sin considerar la unidad y el número mismo). Estos son el 693, el 819, y el 891, cuyos divisores se dan en el cuadro 1.

	Cuadro 1	
693	819	891
3 x 231	3x273	3x297
7x99	7x117	9x99
9x77	9x91	27x33
11x63	13x63	11x81
21x33	21x29	

El 819, el que nos interesa, tiene diez divisores nones y es el único de los tres divisibles entre 13. Sus divisores mayores descomponen a los menores, por ejemplo: 273= 3x91, 117=3x39, 63=3x21=7x9, etc. De los divisores mayores (39 para arriba), sólo el 63 no divide a entero entre 13.

El interés maya en el 819 sólo se empieza a entender si se le considera dentro de un sistema de numeración de base trece, esto es, de un sistema de conteo por treces, y no por dieces, como en nuestro actual sistema decimal, ni por veintes, como en el sistema vigesimal que todos los tratados mayistas afirman fue la base fundamental de la aritmética maya. Puedo indicar aquí que una excelente explicación de los sistemas de numeración de bases desiguales al diez, se da en le texto de Filiponne y Williams (4). Acorde con las formulaciones matemáticas modernas, en un sistema *tridecimal* ( pero que no inicia en cero, sino en uno), el 13 es equivalente al 10 del decimal, y el 169 (13x13) al 100 (10x10). El desarrollo del sistema tridecimal, hasta el sexto "tridecenar" se da en el cuadro 2.

Obsérvese la necesaria aparición de la mayoría de los divisores del 819 (13, 39, 91, 117, 273), lo mismo que otros números importantes de la aritmética y calendárica maya, como el 52 y el 260. Nótese también la presencia del 26 que es, a la vez,  $2 \times 13$ ,  $527/2$ , Y  $260/10$ .

¿Qué posición ocupa el 819 en el sistema numérico tridecimal? El número final del quinto "tridecenar", ubicado en el 65avo lugar de la numeración corrida, es el 845, en tanto que el 819 queda dos sitios atrás, en el lugar 63. ¿Porqué, entonces el ciclo elegido no fue de 845 días en lugar de 819? La primera razón aducible es que el 819 es el número de "cita" o de "encuentro" del mayor número de múltiplos del 13. Una segunda razón podría ser de carácter astronómico: son 91 los días entre solsticios y equinoccios o, dicho en otra forma, cada estación del año dura  $91 \frac{1}{4}$  días. A este respecto, observar la presencia del 364 ( $91 \times 4$ ) en la posición 28 del sistema tridecimal. El número de 819 días abarca nueve estaciones, o sea, dos años solares más una estación del subsiguiente. Pero pudo haber habido una tercera razón para elegir ciclos de 819 días y no de otro número. Divídase el 819 entre 260, el número de días del llamado *tzolkin* o "calendario ritual" de los maya:

$$819/260=3.15$$

El número 3.15 difiere del  $\pi$  moderno, aproximado a 3.1416..., en sólo 0.0084, lo que le da la suficiente exactitud para usos prácticos mensurables, ingenieriles, arquitectónicos e inclusive astronómicos.

Ahora bien, sacar 3.15 como cociente de la división de dos números "sacros" de los maya parece demasiado feliz y acertado para ser simple coincidencia. ¿Verdaderamente conocían, entonces el número  $\pi$  con buena aproximación? Hay antecedentes entre otros pueblos de la antigüedad.

Tal parece, como veremos más adelante, que los antiguos hebreos lo estimaban igual a tres; por el papiro Rhind (1700 a. C.) se sabe que los egipcios lo calculaban en  $3 \frac{3}{81}$  (3.16); y Arquímedes lo ubicó entre  $3 \frac{10}{71}$  y  $3 \frac{1}{7}$ , o sea entre 3.1408 y 3.1428 (ver 3).

La respuesta a la pregunta es la siguiente: como en su aritmética los maya sólo manipulaban números enteros, no pudieron haber conocido el número  $\pi$  como tal, pero definitivamente pudieron haberlo manejado mediante la siguiente formulación: "todo círculo de circunferencia dividida en 819 partes iguales, tendrá un diámetro de 260 de esas mismas partes iguales". Basta con esto para poder hacer cálculos prácticos que involucran en forma intrínseca la excelente aproximación al  $\pi$  que es le 3.15. Para tal enfoque aritmético y geométrico, también se tienen antecedentes de la antigüedad. En el segundo Libro de *Crónicas*, IV, 2, del Antiguo Testamento bíblico hebreo, quedó escrito: "También hizo un mar de fundición, el cual tenía 10 codos de un borde al otro, enteramente redondo; su altura era de 5 codos, y un cordón de 30 codos de largo lo ceñía alrededor".

Entonces, circunferencia/diámetro =  $30/10 = 3$ .

Por otro lado, la división de las circunferencias en pequeñas unidades iguales, tiene antiquísimos antecedentes entre los babilonios, que fueron los primeros en dividir las en 360 partes iguales, cada una de ellas divisibles en 60 más pequeñas, sistema en uso hasta la actualidad (2). Es evidente que esta operación babilónica no iba encaminada a conocer el número  $\pi$ , ya que el diámetro de un círculo con circunferencia de 360 mide 114.59..., incomodísima cifra para cálculos prácticos.

**De todo lo anterior expuesto, se derivan las siguientes hipótesis ( no pretendo que sean conclusiones definitivas), para futura comprobación o reprobación:**

1. La aritmética maya no era solo de base vigesimal, sino combinación de diferentes sistemas numéricos, la tridecimal y la vigesimal, como ya lo expresa el producto  $13 \times 20 = 260$
2. La cifra de los 260 días del *tzolkin* nada tenía que ver en forma directa con los ciclos lunares, planetarias o estelares individuales, sino que era la base fundamental de un sistema puramente aritmético, en el que felizmente se generan diversas cifras compatibles con observaciones astronómicas cardinales para los maya.
3. Este sistema permitía el manejo intrínseco del 3.15, excelente aproximación del  $\pi$ , mediante la formulación: "a cada circunferencia igual a 819, corresponde siempre un diámetro de 260".
4. La relación del ciclo de 819 días con jeroglíficos de colores y direcciones hallada por Berlin y Kelley, está en función de la identificación de estos símbolos con las estaciones del año solar, de duración aproximada de  $91 \frac{1}{4}$  días, por ejemplo ( por decir algo ), "blanco" y "norte" con la estación "invierno", etc.

Cuadro 2										
Tridecenares	1°.		2°.		3°.		4°.		5°.	
	1	13	14	182	27	351	40	520	53	689
	2	26	15	195	28	364	41	533	54	702
	3	39	16	208	29	377	42	546	55	715
	4	52	17	221	30	390	43	559	56	728
	5	65	18	234	31	403	44	572	57	741
	6	78	19	247	32	416	45	585	58	754
	7	91	20	260	33	429	46	598	59	767
	8	104	21	273	34	442	47	611	60	780
	9	117	22	286	35	455	48	624	61	793
	10	130	23	299	36	468	49	637	62	806
	11	143	24	312	37	481	50	650	63	819
	12	156	25	325	38	494	51	663	64	832
	13	169	26	338	39	507	52	676	65	845

En cada columna, el número corrido queda a la izquierda, y el conteo por treces a la derecha

### Bibliografía

- Arnaz, Jr. A. 1997. **Iniciación a la Lógica Simbólica**. Trillas. México.
- Berlin, H. and D. H. Kelley. 1961. "The 819 day count and color direction symbolism among the classic Maya". Middle American Research Institute. **Publication 26**: 9-20. New Orleans.

- Cajori, F. 1961. "History of Geometry", subtítulo de "Geometry". **Enciclopedia Britanica**.
- Chávez Calderón, P. 1997. **Comprobación Científica**. Publicaciones Cultural. México, D. F.
- Dantzig, T. 1939. **Number, the Language of Science**. MacMillan Co. New York.
- Dieterich, H. 1997. **Nueva Guía para la Investigación Científica**. Editorial Planeta.
- Dunbar, R. 1999. **El Miedo a la Ciencia**. Alianza Editorial, S. A. Madrid, España.
- Engels, F. 1961. **Dialéctica de la Naturaleza**. Editorial Grijalbo. México.
- Filippone, S. R. Y M. Z. Williams. 1976. **Elementary Mathematics**. Houghton Mifflin Co. Boston.
- Flores García, C. 1984. **Lógica Proposicional 1: Proposiciones**. Editorial Trillas. México.
- Gorski y Tavants. 1960. **Lógica**. Editorial Grijalbo. México.
- Koestler, A. **Los Sonámbulos**. Conacyt. México.
- Kopnin, P. V. 1969. **Hipótesis y Verdad**. Editorial Grijalbo. México.
- Pizarro, Fina. 1997. **Aprender a Razonar**. Editorial Alhambra Mexicana. Sexta Reimpresión. Naucalpan, Estado de México. México.
- Rio del, E. 1997. **Filosofía para Principiantes**. Editorial Grijalvo. México.
- Thompson, J. E. S. 1943. "Maya epigraphy: a cycle of 819 days". Carnegie Inst. Wash., Div.Hist. Res. Notes on Middle Amer. **Archeol. And Ethnol.**, No. 19. Cambridge.
- Thompson, J. E. S. 1960. **Maya Hieroglyphic Writing**. University of Oklahoma Press. Norman.
- Yurén, A. 1994. **Conocimiento y Comunicación**. Editorial Alhambra Mexicana.

## Notas

(1) Tomado de: Introducción al estudio de la medicina experimental. Claude Bernard. UNAM. Facultad de Medicina. Mexico. 1994.