A Parte Rei. Revista de Filosofía

Antropología Cultural y Creación Matemática

Víctor Manuel Alarcón Viudes

antropos55@hotmail.com

Introducción

El presente ensayo constituye un acercamiento, desde la perspectiva de la *filosofía de la matemática* y, más específicamente, de la *epistemología de la matemática*, al análisis de un fenómeno asociado a la práctica totalidad de las formas culturales: el fenómeno de los números y la matemática en general; con un estudio más centrado en el pensamiento numérico y matemático propios de la cultura occidental.

He prestado atención a la obra del antropólogo y matemático Thomas Crump *La Antropología de los números* y a la de Georges Ifrah *Historia Universal de las Cifras: La Inteligencia de la Humanidad contada por los Números y el Cálculo*, junto a la de Leslie A. White. «El lugar de la realidad matemática: una referencia antropológica» que forma parte de la obra general sobre el mundo de los números y la matemática *Sigma: el mundo de la matemática* dirigida por James R. Newman. El trabajo de T. Crump, en la citada obra, sigue presupuestos de la *antropología del conocimiento* y de *las formas simbólicas.* Así mismo debe destacarse la obra de John D. Barrow *La trama oculta del universo* (el libro trata de antropología y filosofía de la matemática); así como la de David Deutsch *La estructura de la realidad,* fundamentalmente en el apartado «La naturaleza de las matemáticas».

Explicitación de nuestra postura frente a la Matemática

a) Partimos del *materialismo inmanentista*: no hay dos mundos (Platón).
b) Los números y la matemática: proceso *evolutivo histórico*.
c) La matemática es el descubrimiento de las *relaciones verdaderas*.
d) Un *constructivismo* no arbitrario y *descubridor*.
e) La matemática no es un sistema formal arbitrario. Es un sistema formal constructivista que busca y explora relaciones verdaderas.
f) Hay una *ontología del Mundo* (Estructura de la Realidad, Universo) que está en la base de la matemática. Se puede hacer en matemática lo que la ontología del mundo permite. Esto tiene que ser válido para todo el Universo ya que lo real es Uno. La matemática debería ser igual en otros mundos (puede cambiar la simbología).
g) Las verdades matemáticas son independientes de la cultura sólo en un sentido ontológico; pero han sido descubiertas dentro de una cultura en un *proceso genético-histórico*.
h) La *lógica* solo opera en la deducción de teoremas.
i) Existe una *intuición matemática* que es el resultado de la praxis matemática.
j) Existen *verdades matemáticas* que no pueden ser deducidas dentro del sistema axioma-definición-teorema.

Una interpretación Filosófica de los Números y la Matemática

Toda cultura creada por el hombre ha manifestado la necesidad de concebir sistemas de recuento y de medición vinculados a las necesidades prácticas de los grupos y colectividades humanas. Para la existencia del fenómeno cultural de los números y la matemática es necesario la existencia de un mundo natural previamente dado y de un cerebro, que interactuando entre ellos, hace posible esa grandiosa manifestación de la cultura a la que llamamos «matemática» —la aritmética se subsume en la matemática general como un constituyente esencial de ésta—. No es la única. Fenómenos como el Arte, la Religión, la Filosofía, la Ciencia, etc. son, a su vez, otras tantas formas de expresión e intelección de la mente humana en su intento de aprehensión cognitiva de la realidad.

El conocimiento se realiza bajo el presupuesto de la existencia de un mundo constituido de energía/materia que se despliega creando el espacio y el tiempo como función de la dinámica propia de la topología de ese mismo espacio constituido a partir de la concepción primordial a la que se refiere la teoría cosmológica de «la gran explosión» o Big Bang. Los sistemas más o menos dinámicos (teoría del Caos) generados por la *autopoiesis* cósmica encaja subsistemas de energía/materia hasta conformar organizaciones cada vez más complejas para derivar en los sistemas sociales y culturales, altamente complejos, desde un *alfa* hasta un *omega* que sería éste la culminación en el Hombre de un principio teleológico que desemboca en el fenómeno espiritual (Teilhard de Chardin, *El fenómeno humano*).

Junto a los aspectos pragmáticos de la función matemática, con la creación cultural del número y de la aritmética, —como vehículo de un cálculo garantizador de determinadas operaciones asimiladas a la pragmaticidad de la vida cotidiana de los grupos sociales— la realidad matemática se mueve también en el plano de lo cognitivo y de la vida mental en sus ramificaciones psicológicas y simbólicas. El signo/símbolo que emana cognitivamente del grafismo matemático es el agente transmisor del *concepto* cuya dimensión se adentra en la estructura misma de la realidad. La relación se establece entre la matemática —como ciencia y arte—, la mente (los aspectos cognitivos y simbólicos como ejercicio natural que realiza la mente humana dotada de una conformación evolutiva) y el conocimiento. Todo ello se vincula al mundo y a su estructura ontológica[1].

En nuestros días, la matemática cumple una función fundamental en todas las ciencias y saberes técnicos, no sólo en las ciencias de la naturaleza sino en las ciencias sociales incluida la *antropología* con el manejo de la teoría de juegos, la teoría de catástrofes, la estadística y métodos de investigación social, la investigación operativa, la teoría del caos, los sistemas dinámicos, etc. En este sentido merece especial mención la colaboración estrecha entre Lévi-Strauss y el gran matemático francés André Weil, recientemente fallecido, en la obra *Las estructuras elementales del parentesco*.

La aplicación de la matemática en el *estructuralismo antropológico* se centra en la descripción y estudio de las propiedades de los grupos de transformación o la de las matrices, entre otras subramas de la matemática. Actualmente, la matemática se ha hecho universal desde la concepción occidental de tal forma que hoy en día los matemáticos chinos, japoneses o hindúes trabajan con las concepciones y métodos de la matemática evolucionada desde siglos atrás en Occidente. Sin embargo, las aportaciones históricas de la matemática india, china o del mundo árabe son fundamentales en la misma concepción que Occidente tiene en la actualidad de la matemática. Conceptos como el de «algoritmo» «álgebra» o «cero» son deudores de la matemática árabe e india respectivamente.

[1] Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 15. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

Otras manifestaciones del hacer matemático se realizan fuera de estas grandes corrientes de la labor de los matemáticos seguidores de las grandes vectores de este conocimiento. El proceso dialéctico entre la Naturaleza y la Cultura se lleva a cabo por procesos de intercambio entre los sistemas ecológicos y los sistemas culturales. En la página siguiente presento un modelo que llamo «El eje Naturaleza/Cultura» donde es posible insertar en cada cuadrante los aspectos culturales que estudia la *antropología*.

Mi tesis es que se ha producido un proceso evolutivo de corte direccional-lineal desde una situación de máxima presencia de la Naturaleza con un mínimo de Cultura, hacia una situación de degradación del componente Naturaleza así como el de la Cultura; en el que estaríamos situados en la actualidad con el «pensamiento único» y la cultura del «kitsch» en el arte o la literatura por citar dos aspectos donde éste se manifiesta con mayor insistencia.

Los pitagóricos consideraban el *número* como el último constitutivo de las cosas, la sustancia de las cosas. No estaba separado de ellas. Universo y matemática eran los dos aspectos de una misma realidad cósmica. Con Platón se desarrolla un modo de entendimiento característico del ser de la matemática. Los entes matemáticos están ahora separados de las cosas, viven en un supramundo de las *Ideas*. El acceso a estos entes se realiza por medio de una penetración cognitiva en ese *empíreo* donde habitan las entidades tales como los números o las figuras perfectas geométricas (ideales) y que sólo se «realizan» imperfectamente en el dibujo, que representa esa idealización absoluta dotada de existencia propia y que no se hace analógica con la Naturaleza más que como copia imperfecta de ésta. Este mundo ideal ni tan siquiera precisa del concurso de los sentidos. Su aprehensión se realiza por medio de las funciones del intelecto puro en un ejercicio de la mente emparentada con el *nous*, capaz de una contemplación extática del mundo verdadero; el mundo de las *Ideas*. El nexo se recoge en el mito cosmológico del *Timeo*, sustituyendo al vínculo ontológico de los pitagóricos. Platón cree en la idealidad y exactitud de esta ciencia cuyos teoremas expresan verdades eternas, necesaria y universales, accesibles al pensamiento puro y no refutables por los datos empíricos que pueden proporcionar los sentidos.

En los *pitagóricos* observamos cómo es a través del *número* que la intelección del Cosmos se hace posible. La significatividad de esto para la noción de orden, propuesto por la *mente* humana en su fundamental y primaria realidad, se ancla por medio del mundo exterior, de lo natural dado como realidad que se supone objetiva y que es entendida como realidad preexistente, a esa otra realidad ideal sin la cual no sería posible el orden cósmico. La *mente* matemática, en su actividad primera, produce un *cosmos* de certidumbre y de regularidad, presente en los fenómenos por medio del número; lo que supone una transformación realizada por la *mente* gracias al sentimiento de que existe un mundo de realidad que es posible entender. Junto a ello, el componente *místico* del número asocia una realidad «exterior» a un plano metafísico. En el pensamiento pitagórico no siempre es fácil desligar el campo de la realidad inmediata, de la cual informa los sentidos, de esa otra «realidad» que se vincula a la existencia de las *Ideas* y con ello, de una presencia en la conciencia de la absoluta certeza de un mundo suprasensible que está más allá de los sentidos. El componente mirífico lleva aparejado un sentido de religiosidad, condición necesaria de lo sacro, y por lo tanto de lo místico que es un elemento esencial de la concepción del mundo por parte de la escuela pitagórica y que constituye un presupuesto insoslayable insito en su propia organización como secta matemático-religiosa.

En el caso de Aristóteles, su planteamiento ontológico proporcionará el vínculo entre la matemática y la naturaleza permitiendo establecer una conexión natural entre las dos. Los entes matemáticos son inseparables de las cosas sensibles, pero posteriores a ellas. Es un proceso de abstracción el que permite pasar de las cosas de la naturaleza a las de la matemática.

El signo claro de la geometría euclídea ha marcado la formulación de la creencia en torno a la matemática y al conocimiento mismo, de una forma que parecía definitiva hasta el siglo XIX. Esto cambió con la creación de las geometrías no-euclídeas de Riemann, Bolyai, Lobatchesvsky y «proseguidores» de la concepción gaussiana de una nueva geometría; ocultada en el momento histórico de nacimiento, por Gauss por lo que él llamaba «miedo a los beocios».

Con Leibniz la razón se instala en el trono. Su intento de construir la *lógica* como ciencia indubitable que garantiza la idoneidad de los razonamientos humanos se asocia a la matemática como paradigma de racionalidad. Sin embargo, la matemática no está fundamentada meramente en los principios de la lógica, y necesita el concurso de principios extramatemáticos como los de la metafísica. Es, por un lado, un saber dotado de un principio de necesidad, es decir, dotado de verdad indubitable y, por otro, un saber sometido a la contingencia de la Historia: la matemática es una verdad, pero inscrita en el transcurrir de lo histórico. Éste es el sustrato donde la matemática se manifiesta. Asociado a la noción de *verdad*, se encuentra la de *certeza*; asociada a la de *contingencia*, la de *falibilidad*. Pero ésta se da como error pasajero a superar por el despliegue del desarrollo matemático. El carácter necesario de la matemática tiene su mejor prueba en su propio desarrollo matemático. Se parte de este carácter necesario y, en su desenvolvimiento, la matemática va encontrando sus modos característicos de actividad que tienen como cometido ir explicitando a estos.

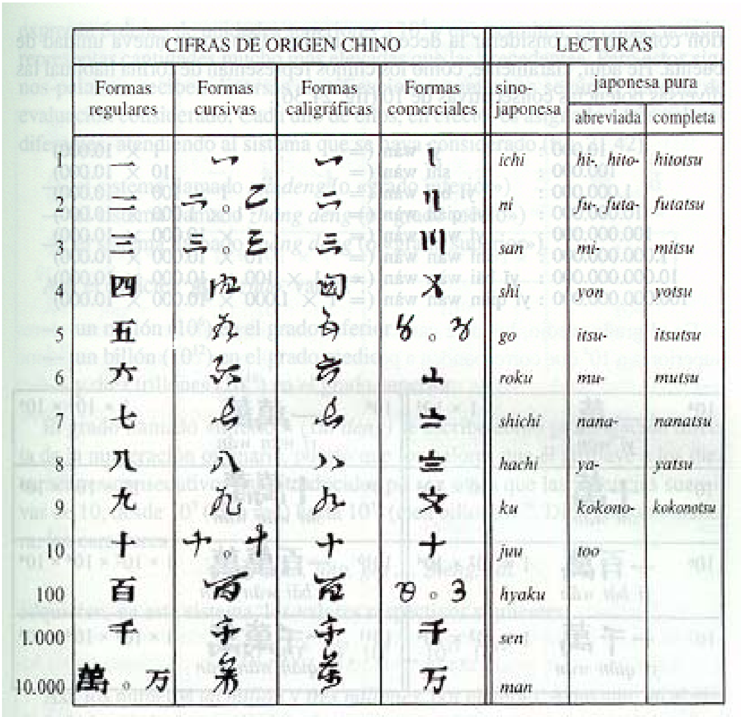
Es posible entender la matemática como un «esquema» de la realidad, un «esquema» lógico. La pregunta fundamental la realiza Thomas Crump:

> «¿Los números forman parte de una realidad que existe independientemente de las vidas y muerte de los seres humanos individuales y la grandeza y la decadencia de las civilizaciones?».[2]

Dar una respuesta afirmativa a este interrogante sería tanto como adscribirse al platonismo. Los números no existen de esta forma. Son una abstracción realizada por la mente humana. A cada objeto o conjunto de objetos se le asigna un símbolo que representa una cierta cantidad de miembros de ese conjunto. Estos símbolos tienen la forma «1», «2», «3»,... son signos, grafismos sobre el papel pero podrían tomar cualquier otra forma sígnica. De hecho las ha tomado a lo largo de la evolución de las diferentes culturas del mundo[3].

[2] Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 16. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

[3] Para un estudio detallado de las formas sígnicas que ha tomado los números a lo largo de la evolución de las culturas resulta de gran interés la monumental obra de Georges Ifrah *Historia Universal de las Cifras: La Inteligencia de la Humanidad contada por los Números y el Cálculo*. Espasa Calpe. Madrid, 1997. De especial relevancia desde el punto de vista antropológico es el Capítulo 1 «Etnología y psicología de los números: para una explicación de los orígenes» o el Capítulo 3 «La mano, primera "máquina de contar"».



	CIFRAS DE ORIGEN CHINO				LECTURAS		
	Formas regulares	Formas cursivas	Formas caligráficas	Formas comerciales	sino-japonesa	japonesa pura abreviada	japonesa pura completa
1	一	一	一	〡	*ichi*	*hi-, hito-*	*hitotsu*
2	二	二 o 乙	二	〢	*ni*	*fu-, futa-*	*futatsu*
3	三	三 o 乏	三	〣	*san*	*mi-*	*mitsu*
4	四	四	四	〤	*shi*	*yon*	*yotsu*
5	五	五	五	〥 o 〥	*go*	*itsu-*	*itsutsu*
6	六	六	六	〦	*roku*	*mu-*	*mutsu*
7	七	七	七	〧	*shichi*	*nana-*	*nanatsu*
8	八	八	八	〨	*hachi*	*ya-*	*yatsu*
9	九	九	九	〩	*ku*	*kokono-*	*kokonotsu*
10	十	十 o 十	十	十	*juu*	*too*	
100	百	百	百	[illegible]	*hyaku*		
1.000	千	千	千	千	*sen*		
10.000	萬 o 万	萬	萬	万	*man*		

Nombres de números y signos numéricos utilizados en la actualidad en Japón. *Fuente*: Georges Ifrah, *Historia Universal de las Cifras.*

Definidas unas determinadas operaciones —que se cumplirían en la realidad empírica— es posible realizar cálculos a partir de estos símbolos. Así, por ejemplo, la serie ordenada de los números naturales 1, 2, 3, 4,... (ordinalidad) es posible dividirla en dos grandes categorías: aquellos números que son pares; es decir, que se pueden dividir en dos partes exactas (alícuotas) y aquellos que no lo son, los números impares. Esto ya es una propiedad de los números en tanto que representantes de objetos en un sentido de cantidad (cardinalidad). Igual sucede con los números primos. Una vez que vemos que hay números primos y otros que no los son podemos preguntarnos cuestiones acerca de esos números primos: si son finitos o infinitos; si existe alguna ley de formación de números primos o no, si la «conjetura de Goldbach» es verdadera, etc. A esa pregunta inicial de Crump respondemos: el marco de referencia donde se producen los procesos cognitivos es la sociedad y la cultura y esto es un *evolutivo histórico* que se vincula al organismo y al cerebro humano. La matemática es una *lógica numérica estructural*. Pero quizás lo que llamamos «número» forma parte del nombrar del lenguaje (en realidad sólo existiría el lenguaje en este sentido). El lenguaje nombra cosas materiales o conceptuales; y los números son entes conceptuales abstractos. Los símbolos «1», «+», «∫ f(x) dx», «Δ», «π», «Σ», «∞», son también lenguaje o el resultado del lenguaje. De tal forma que cada uno de ellos es posible formularlo con una expresión en lenguaje natural. Así, tendríamos las siguientes expresiones respectivas: «uno», «más», «integral de la función efe de equis, diferencial de equis», «incremento», «pi», «sumatorio», «infinito».

Podemos entender la matemática como *el estudio de las relaciones que forman estructuras a partir de los entes conceptuales de tipo abstractos a los que llamamos números*. Esto incluiría a la propia geometría ya que esta es reducible a números. Tendríamos la serie siguiente: números □ relaciones □ estructuras. Y la matemática sería el estudio de las estructuras *verdaderas*. El lenguaje sería una de las propiedades fundamentales. Sin el lenguaje no se puede contar y para contar nos valemos de esos signos/símbolos, tan familiares para nosotros, como son los números naturales, que están ordenados de menos a mayor con una diferencia-unidad. Así, por ejemplo, el hombre prehistórico sabe que 20 animales son más animales que 8; no sólo porque se aprecia a golpe de vista sino porque inicia un sistema de recuento que le es muy útil cuando el número a comparar de animales es muy grande. Sin embargo, en la actualidad algunos *antropólogos* han observado que en tribus llamadas «primitivas» los autóctonos son capaces de calcular a simple vista, con un error mínimo, el número de piedras u otros objetos de pequeño tamaño; mientras el investigador, cuando intenta hacer lo mismo, obtiene un error marcadamente más significativo. Esto hace suponer que nuestro sistema de recuento ha hecho que se perdiera un sentido innato de la cantidad cuando el número de objetos es muy grande aunque nuestro sistema sea mucho más preciso si se sigue el método de conteo propio de nuestra base diez[4].

La matemática se constituye en la *lógica* de la realidad. Primero referida a la realidad natural: mundo–universo, luego también a la realidad cultural. Es un esquema de la estructura de la realidad y es lógico porque esa estructura de la realidad es lógica ya que *es* la estructura y no puede ser meramente *una* estructura que podría ser a–lógica o ilógica. Es la lógica propia de la realidad. Lo real es «lo que es». El matemático también pertenece a la realidad. Lo real se «auto conoce» en la matemática a través de la *mente* del matemático. Todo pertenece a la realidad, inclusive los pensamientos del matemático[5]. En el sistema nervioso del matemático se produce una gran síntesis cultural de carácter matemático. Pero esa lógica, conviene no olvidarlo, es una lógica específica, estrechamente imbricada en un sistema cultural y social concreto que está sometido a procesos de cambio en el tiempo social.

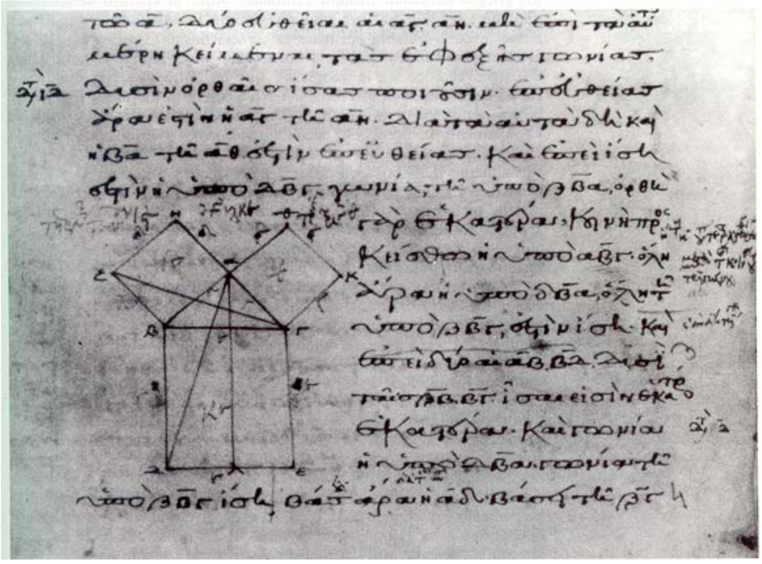
Los objetos matemáticos (p. ej. los números) son *construidos* (factor de creación) por la *mente.* Suponen una cierta idealización Estos objetos matemáticos son conceptos que son fijados, «descritos» por un simbolismo convencional (Poincaré). La matemática es la ciencia de las relaciones verdaderas entre determinados conceptos. Cuando se ha realizado esta construcción idealizada se posibilita el *descubrimiento:* las *relaciones* que se van conociendo se imponen como proposiciones a demostrar. No es propiamente un juego. Si fuese un juego podríamos crear el axioma:

$a + (b \times c) = (a+b) \times (a+c)$ (1) —que como sabemos, es falso— y no lo hacemos. ¿Por qué $a \times (b+c) = (a \times b) + (a \times c)$? Esto, los matemáticos lo toman por un axioma, es decir, como una verdad indubitable que no requiere de demostración alguna. Los axiomas constituyen el ápice invertido de una pirámide que crece en complejidad y contenido. ¿Dónde reside la verdad de esto? Nosotros no podemos realizar cálculos de ingeniería con la fórmula (1). Esto nos lleva a pensar en una base empírica para la matemática que, en un proceso temporal, va destilando una *síntesis* que es recogida y almacenada como conocimiento específicamente matemático. Es el caso, por ejemplo, de los *Elementos* de Euclides.

---

[4] El sistema en base diez parece provenir del pensamiento oriental. No es hasta el siglo XIII que es introducido en Europa por un matemático llamado Fibonacci creador de una sucesión muy famosa que lleva su nombre y que se ajusta muy bien al crecimiento de una población de conejos y cuyos primeros términos son: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34,...

[5] Es importante darse cuenta de que el hacer matemático se realiza en un entorno cultural concreto. En este sentido puede verse el trabajo de Leslie A. White. «El lugar de la realidad matemática: una referencia antropológica» p. 292 y ss., vl. 6. En: James R. Newman: *Sigma: el mundo de la matemática*. 6 vls. Grijalbo. Barcelona, 1985.



Euclides. *Elementos*. Libro I, proposición 47. El teorema de Pitágoras. (Manuscrito griego 2 344, siglo XII.) *Fuente*: Michael Serres. *Historia de las Ciencias.*

Con los *Elementos* se realiza la primera gran síntesis de la antigüedad que recoge aspectos de la matemática egipcia y mesopotámica (el llamado «difusionismo» cultural) así como de la griega; pero —y esto es lo importante—inaugura el método de la *deducción* para la demostración de teoremas, aspecto inexistente en el conocimiento matemático previo, egipcio o babilónico. Ahora, cada teorema es demostrado por teoremas, a su vez, previamente demostrados en un proceso retrorecursivo que remitiría, en última instancia, a los propios axiomas.

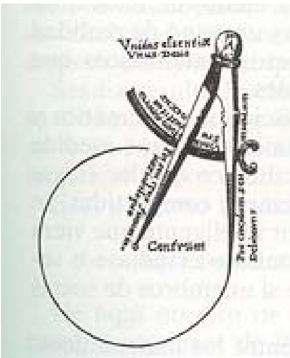
Los *theorémata* son el resultado del *theorein* que es la contemplación de las verdades sublimes de los Dioses y que han de traducirse en los *mathémata* o ¡¡enseñanzas morales!! Pero también los *mathémata* son las ideas que ponen de manifiesto la estructura fundamental del mundo y los secretos del *Cosmos* (buen orden), que no son sino de carácter numérico. ¡Qué vínculo tan intenso entre la verdad moral como saber supremo de tipo divino y la matemática!. Este aspecto es el que es recogido por la escuela de Pitágoras de Samos y su concepción del número como algo sagrado que revela la estructura prístina del universo.

El simbolismo matemático es un arcano de vieja sabiduría que ha de ser descifrado por una hermenéutica del texto matemático. La matemática como un «saber hierático» (por ejemplo, esto aparece en el mundo del antiguo Egipto donde el saber matemático está vinculado a la casta de los sacerdotes) y el matemático como un hierofante o mistagogo de ese saber. Este aspecto se recoge en toda la tradición cultural incluida la de Occidente[6].

[6] Es interesante comprobar este punto en «Misticismo numérico»; «Geometría hermética»; «Astrología»; «Religión»; «La abstracción y la teología escolástica» en: *Experiencia Matemática*, Ph. J. Davis y R. Hersh. pp. 80-95. Ed. Labor. Barcelona, 1998. Véase el dibujo de «Dios maneja el compás» de William Blake, *The Ancient of Days, Art Gallery*, University of Manchester. En: p. 90 de esta obra.



Respectivamente:
-William Blake, *The Ancient of Days*, Art Gallery, University of Manchester.
-Arquímedes maneja el compás.
-El Dr. Dee maneja el compás.
Fuente: Davis y Hersh, *Experiencia Matemática*



-*The Mystical Compass*, *From Robert Fludd*, Utriusque cosmi-historia II.
Fuente: Davis y Hersh, *Experiencia Matemática*

La relación entre la visión cosmológica y etnocientífica es especialmente aguda en este punto. La interpretación «ingenua» del mundo dota a éste de un sentido religioso o sacro que fundamenta la vida anímica del hombre tanto en las culturas «primitivas» como en las desarrolladas donde las formas de lo religioso adquieren un alto grado de complejidad:

> «La interpretación numérica del lenguaje escrito, que es la esencia del *seimeigaku*, es también la base de la Cábala, una forma de misticismo judío que se ocupa del "problema de reconciliar a un creador perfecto y unificado con una creación fragmentada y discordante"»[7].

El significado *místico* de los números aparece en la tradición occidental con la secta de los pitagóricos donde una parte de su sabiduría deriva del orfismo y del viejo saber sagrado. En la matemática actual esta visión ha quedado empañada por los logros culturales de la matemática *formalista*. No obstante muchos matemáticos son partidarios de pensar en la existencia previa de los entes matemáticos localizados en un mundo suprasensible de las *Ideas* platónicas que sería como el molde previo del cual la actividad diaria del matemático extrae su conocimiento. En la postura actual:

[7] Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 104. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

> «Occidente ha desechado un tanto la idea del significado místico de los números, pero no es más que un síntoma de la separación aceptada popularmente entre religión y ciencia, que sigue estando mucho menos marcada en Oriente. En la tradición cristiana, San Agustín era totalmente consciente del significado místico de los números, como lo fueron sus sucesores de la iglesia occidental, incluso hasta la época de la Contrarreforma, más de mil años más tarde.»[8]

Si lo *Místico* (en términos de Ludwig Wittgenstein) no es preguntarse «cómo» es el universo sino percibir que el universo «es»; esto *es* lo sagrado. Y si la matemática responde mucho más que la física (que se pregunta el «cómo es» del universo) a una percepción de que el universo «es», entonces la matemática puede ser mística (de aquí el saber sagrado, los pitagóricos, etc.). El problema es que la matemática está sujeta —en algún sentido referido a su concepción— al *tiempo*[9] (por la idea de Brouwer de la secuencia temporal en la creación de la serie natural); ¿cómo puede ser entonces algo místico si el ser místico supone lo intemporal según toda la corriente de sabiduría de la *Philosophia Perennis* (la frase fue acuñada por Leibniz). Pero Wittgenstein habla de que lo Místico es justamente percepción del límite, de la limitación, de la temporalidad, no de la infinitud y la atemporalidad. Lo Místico aparece justamente cuando la serie no tiene límite. En su sentido interno, la matemática no estudiaría, en términos generales, el tiempo. En ella no está incorporada el tiempo en el sentido en que lo está en las ciencias físicas, donde constituye una variable esencial. Lo que está en el tiempo se mueve (es más, el tiempo existe porque hay movimiento. El tiempo *es* movimiento): lo que está quieto es intemporal; lo que está quieto es infinito; lo que está en movimiento es finito:

> «La idea de Tiempo, como la idea de Dios, es una de esas categorías que consideramos necesarias porque somos animales sociales más que debido a algo empírico en nuestra experiencia objetiva del mundo»[10].

Para Brouwer, la matemática deriva de la «intuición primordial» del tiempo. Siendo la matemática previa a la lógica frente a la concepción *logicista* (el *logicismo* matemático) de G. Frege y B. Russell de que la matemática es reducible a la lógica. Pero, mientras la lógica está en relación con el lenguaje, la matemática lo está con respecto a determinadas *construcciones* del pensamiento cuya esencia estriba en «fluir» incardinado al tiempo biológico del organismo humano y al cosmológico, activados en forma de «conciencia».

La pregunta es: ¿Por qué la *mente* crea los *entes* matemáticos? Según Brouwer[11]: el *tiempo* (sucesión-serie de los números naturales: 1,2,3...), el espacio (para la geometría, topología...). Los *intuicionistas*, al igual que algunas corrientes interpretativas del conocimiento, consideran que no es posible ir más allá de la intuición en lo que respecta al saber. La certeza máxima está garantizada por una intuición primera (el tiempo). En este sentido, los fenomenólogos han incorporado su concepción de la «*epojé*» o suspensión de la tradición del conocimiento como «reducción fundamental» —fenomenológica— para la captación no deformada del objeto por un sujeto puro de conocimiento. Lo que se nos da es el «fenómeno».

---

[8] Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 107. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

[9] Vid. capítulo 8 «El tiempo» en: Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 141 y ss. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

[10] Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 143.. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

[11] Brouwer es el creador de la escuela intuicionista en matemática.

Al menos en un punto, la creación o experiencia matemática tiene una conexión con lo empírico en la medida en que el aporte que hace posible esa «única intuición primordial» viene dado por la existencia del mundo real, es decir, de los datos sensibles. La percepción del *tiempo* es posible gracias a la existencia de un mundo empírico y de las sensaciones internas de la conciencia a través del aporte sensorial y de los ritmos interiores del organismo. Con relación a la concepción trascendental de la lógica: el «tercer reino», los pensamientos u objetos, están «fuera» en un reino platónico. La *mente* capta estos objetos. Frege niega el elemento mental del número:

> «En primer lugar está [Frege] negando que un número es una propiedad que pertenezca a una cosa, sea individual o colectiva. En segundo, está también negando que el número sea algo subjetivo, un elemento mental. Los conceptos son para Frege independientes de la mente [...]»[12].

Podemos concebir un espacio independientemente de una percepción (del percibidor). Pero ¿podemos concebir el tiempo independientemente de un contemplador? El tiempo no existe objetivamente. El tiempo es función de la topología del espacio (Einstein). A un nivel más local, el tiempo es creado por la *mente*. Es una *percepción interna* que resulta de la conciencia y del pensamiento. El contenido de la conciencia *es* la conciencia y ésta es memoria, que es resultado del tiempo a su vez. El espacio puede ser objetivo en un sentido mucho más fuerte que el tiempo. Aquí el tiempo existe interiormente: es percibido, medido, etc., interiormente. El tiempo es un acto mental; una intuición *a priori*. Supongamos que el universo se «congelara»; en un universo quieto existiría el espacio pero no el tiempo. El tiempo *es* transformación: cambio. Para el concepto de durabilidad (Bergson: «duración») *ya* tenemos que emplear el concepto de tiempo. Un universo quieto ¿sería infinito o finito?

> «Lo que requiere el tiempo es el sentido del "carácter intrínseco de un acontecimiento" (Whitehead)»[13]

El aspecto *pragmático* de lo numérico esta vinculado a la vida cotidiana y a sus exigencias. Se relaciona con el cómputo de los días con una base cíclica que se repite indefinidamente:

> «En la práctica, el simple cómputo de los días, sin hacer referencia a ningún otro periodo, sólo puede tener lugar sobre una base cíclica, como la que se encuentra en los siete días de la semana.
>
> »Esto proporciona el punto de partida para un sistema de numeración basado en la teoría matemática de las congruencias, que ha sido empleado para contar diferentes unidades de tiempo —desde horas a unidades que comprenden varios años— en muchas culturas sin ninguna conexión entre sí.»[14]

Lo que la matemática pretendería, en última instancia, es el descubrimiento del *misterio* de lo real, del *Mundo* en definitiva (como las otras ciencias) a través de la matemática «pura». Todo se encamina a la comprensión de lo que llamo «*la estructura oculta*»: la ciencia le va «comiendo terreno» al misterio y, en este sentido, estamos principiando. A ello le impele la propia mente del matemático. La mente de éste, en su

[12] Anthony Kenny. *Introducción a Frege,* p. 20. Cátedra. Madrid, 1997.
[13] Citado en Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 141. Alianza Universidad. Madrid, 1993.
[14] Thomas Crump. *Antropología de los números*, p. 147. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

origen, es ingenua, desconoce el mundo pero está dotada de una capacidad *neoténica* que le posibilita su propia reestructuración continua por medio de un aprendizaje que no alcanza jamás fin. Lo que hace la *mente* matemática es desenvolverse, como producto de su actividad interior, en íntima correspondencia con la estructura oculta del mundo, revelándola. La matemática se adecua tan exactamente a la realidad porque la *mente* —que construye, en parte, ella misma esa realidad— es producto de esa realidad natural que es realidad cósmica, universal; y dado esto, no le cabe otra posibilidad que intentar explicar lo más fielmente posible el mundo a través de las herramientas conceptuales que se va fabricando a medida que va requiriendo nuevos conceptos y utilidades matemáticas.

Gottlob Frege es uno de los lógicos-matemáticos que no sitúan a la matemática fuera del campo de la absolutez apodíctica; es decir, no le concede un estatuto de relativismo. Sitúa a la matemática dentro de lo que los sociólogos y antropólogos describen como ciencias «nomotéticas»; esto es, aquellas que producen y se desarrollan a partir de Leyes —en este caso las «leyes del pensamiento» (Boole)— que prescriben regularidades insoslayables, necesarias y universales. Situadas las matemáticas en un mundo propio, lo que hace el matemático es descubrir sus leyes descubriendo «pensamientos verdaderos» (el matemático como investigador-descubridor).

La física, por ejemplo, también trabaja con la noción de Ley científica pero no necesita, en principio, concebir conceptualmente una realidad metafísica para dar cuenta de los fenómenos de la naturaleza. Otra cosa es que las visiones de muchos físicos se encuentren teñidas de concepciones no necesaria ni meramente «fisicalistas»; así acontece, p. ej. con determinadas concepciones metafísicas de Einstein y otros autores con basamento metafísico, o deberíamos decir: «pre-físico». La pregunta es la de si son necesarias, tanto para las ciencias naturales como para la matemática, estas conceptualizaciones «previas» con respecto a su particular ciencia.

Dos aspectos en Frege son fundamentales para una interpretación antropológica de los números y la matemática: el sentido y la referencia. Si el símbolo matemático ha de tener sentido y referencia ¿Cuáles son estos? *El sentido:* supone una semiótica del signo/símbolo matemático. Esto pertenece a una «filosofía del lenguaje» matemático. *La referencia*: los entes matemáticos ¿se refieren a algo objetivo o sustancial, algo que, v.g., está en el mundo de lo sensible y de la experiencia? ¿O son meros entes de razón? Y en este último caso, ¿no está también la razón sujeta al plano de lo sensorial/empírico?

Podemos integrar la propuesta de la Teoría Evolutiva del Conocimiento y entender la *razón* como el resultado de infinitos ajustes adaptativos de tipo cognitivo que maximizan la supervivencia en un medio que pasa de lo natural a lo cultural con un incremento exponencial de su complejidad sistémica. Por otra parte, Piaget también ha analizado, desde el punto de vista de la *psicología evolutiva*, los diferentes estadios de desarrollo del niño hasta llegar al pensamiento formal[15]. Junto a ello, Fry también ha considerado la relación entre el lenguaje y la construcción de los números:

> «Con el lenguaje, base de todo progreso intelectual posterior a los dos años de vida, el proceso se completa esencialmente a final del quinto año y en cada caso la fisiología del cerebro debe corresponderse entonces, de un modo u otro, a la estructura de la lengua materna»[16].

[15] Para los aspectos cognitivos de los números, vid. «Los fundamentos cognitivos del conocimiento de los principios básicos de los números», p. 35 ss. Thomas Crump. *Antropología de los números*. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

[16] Vid p. 39 de Thomas Crump. *Antropología de los números*. Alianza Universidad. Madrid, 1993.

Es decir, la fisiología de cerebro —estructuras de redes neuronales— se ha «adaptado» a la estructura de la lengua materna produciendo un isomorfismo entre una estructura lógica propia de lenguaje y una biológica, material. Así, los *entes* matemáticos «están» en la mente del matemático, codificados en redes con intercambio sinápticos. El matemático lo es porque «posee» estos entes. Es decir, hay pensamientos de estos entes en un cerebro y a este cerebro lo llamamos «matemático. Que se sitúen en el papel (como sostendrán los *formalistas*[17]) estos símbolos, representantes de los entes matemáticos, no supone más que una fijación del componente eidético (en el sentido en que es empleado por la psicología: como tendencia a convertir los procesos mentales en imágenes) de la mente, en un soporte concreto. Actúa de apoyatura «objetiva» gráfica, sígnica, del pensamiento matemático.

Para el *formalismo* los «entes» matemáticos no tienen existencia sino es en el papel. La matemática se reduce a un juego de relaciones formales donde aparecen explícitas las reglas de operatividad internas al discurso matemático. La prevalencia de la «forma» sobre el contenido posible de tipo empiricista es absoluta; al igual que sobre una posible «existencia» de dichos entes en un mundo supraempírico, preexistente fuera del espacio y del tiempo. Lo que tiene relevancia es la consistencia interna de la matemática —de aquí el interés de Hilbert por fundamentar la matemática sobre bases absolutamente ciertas. Por esto Hilbert —en un intento de certeza apodíctica— desarrolló la metamatemática como un cálculo formal a su vez sobre las propias estructuras generales de la matemática. El «advenimiento» del *teorema de Gödel* supuso la prevalencia de las cuestiones relacionadas con la Incompletud, Indecibilidad e Indeterminación.

El problema del significado y la relación con la realidad que tienen las matemáticas en la filosofía *formalista*, es quizá, la objeción más fuerte que se le puede hacer al programa del formalismo puro. Se puede dar el caso de una correspondencia de la matemática con la realidad *a posteriori*, casi como un feliz accidente. El problema de un formalismo extremo es que es posible la creación de *sistemas formales* que sean completamente arbitrarios (convención como un juego; p.ej. el ajedrez), es decir creaciones libres de la *mente* que no tengan correspondencia con la estructura de lo real. Una de las cuestiones, a mi entender, más interesantes de esta problemática es la de dilucidar justamente este último punto. ¿Es posible que toda creación libre matemática tenga *a posteriori* una correspondencia con la realidad? En sentido fuerte ello significaría que existe no una matemática, sino una multiplicidad de matemáticas posibles y que todas ellas explicarían formalmente el universo-realidad. Para ello cabe suponer que —sosteniendo el principio de la relación implícita Universo-Mente-Matemática— toda creación de la *mente* supone un principio subyacente de correspondencia con lo real.

El intento hilbertiano de fundamentar la matemática en bases inamovibles se ve cuestionado con los trabajos de K. Gödel. Es una «propiedad» interna de los sistemas formales: estos no son garantes de la consistencia endógena. Además, la cuestión de la correspondencia de la matemática con respecto al mundo real queda en suspenso y trasladada al problema de la *Verdad*; que es un problema ontológico propio de la filosofía, pero incorporado a los fundamentos de la matemática a través de la noción de *verdad matemática* que es «verdad» *dentro* del sistema de teoremas. Si ésta se reduce al formalismo, no se garantiza una noción de autenticidad asimilada a la de Verdad (en sentido ontológico), ya que es siempre posible la construcción de sistemas formales arbitrarios mientras sean consistentes y no produzca contradicciones en el circuito teorético por la explicitación de los axiomas, las reglas lógicas de inferencia y deducción en la estructura y los métodos lógico-formales característicos de las demostraciones matemáticas. Se entiende que es posible esta creación.

[17] Con Hilbert a la cabeza.

La cuestión significativa es la de si esta creación tiene relevancia ontológica sobre el mundo «real». A la postre, construcciones que fueron entendidas como «de libre creación de la *mente*» han tenido su importante correspondencia en desarrollos posteriores de la matemática y en aspectos de fundamental aplicación a la *técnica* y al propio discurrir del conocimiento matemático.

Si la *referencia* es el universo —con respecto a la matemática—, ¿qué razón hay en el platonismo matemático?. Los entes matemáticos no existen en algún lugar del universo —en forma física u objetiva—, pero tampoco en un mundo suprareal —en un *empíreo* suprasensible—, en una especie de mundo hiperreal de las *Ideas*— pero pueden ser consecuencia de este universo. Como si la «arquitectura» del universo sea matemática y la *mente* matemática la aprehenda a través de su actividad: Universo $\Rightarrow$ Mente $\Rightarrow$ Matemática $\Rightarrow$ Universo (¿la «armonía preestablecida» de Leibniz?).

No se trata de *esencialismo* sino de la *estructura abstracta de lo real*: el elemento mínimo que subyace a esa realidad y que es inmanente a ella. La realidad puede ser *Una* pero se manifiesta en una apariencia de diversidad: es el mundo de los objetos diferenciados de la naturaleza (un montón de piedras, hojas de un árbol que están dispersas en el suelo... Esencialmente, la separación de los objetos o la heterogeneidad manifiesta de la realidad. Ello permite el contar, el medir, etc. Es decir, la existencia de un espacio donde aparecen objetos físicos es condición *sine qua non* para la acción primaria del contar aunque sea en forma rudimentaria como sucede en algunas culturas. Pero no sólo son los objetos físicos, sean naturales o producidos por la mano humana, los que son susceptibles de ser contados sino que también es posible el recuento de determinados *ciclos* que regulan la vida comunal. Así, el contar estaría también asociado al cómputo de los días, de las estaciones, de los meses y años; pero también a una percepción interna del paso del tiempo que se realiza por medio de la captación del devenir temporal del que informa el propio envejecimiento del cuerpo y de los procesos orgánicos de nacimiento, crecimiento, madurez y muerte que sufre la propia vida como condición inexcusable de ésta.

Lo importante, según nuestra postura, es que el conocimiento matemático es resultado de la interacción entre el cerebro humano y el mundo; lo que produce la experiencia de cada sujeto. En efecto, el *número* no es una propiedad que pertenezca a una cosa sea individual o colectiva, como sostendrá Frege. Ahora bien, el punto que niega la subjetividad del *número* y que éste no sea un concepto mental ya es más problemático. Se necesita el mundo y la mente para crear el concepto de número. Y en esta relación, el *número* está también presente en la subjetividad de una conciencia humana como demuestra precisamente el hecho de la limitación numérica que existe entre determinadas colectividades.

Este concepto ha aparecido de forma gradual desde hace miles de años. Se necesita la existencia del espacio-tiempo y la de la mente. *El número aparece como resultado de la invarianza de las relaciones cuantitativas respecto al tipo de «objetos»*. Es decir, se puede usar el mismo signo/símbolo «7» para designar cuantitativamente a siete manzanas o a siete piedras; pero, igualmente, ese número puede indicar el ciclo de los días de la semana para constituir, a su vez, los ciclos de más amplitud como son los meses y los años.

En la relación R: espacio/tiempo-mente debe existir este aspecto: la existencia de «objetos» diferenciados, susceptibles de ser contados. Esta operación es la que realiza los primeros miembros de la especie Homo o la que se encuentra en tribus «primitivas» algunas de las cuales cuentan de la forma siguiente: *uno, dos tres... muchos*, al no tener desarrollado un sistema posicional complejo como el nuestro, fundamentado en la base 10; lo que parece ser resultado de un *antropomorfismo* vinculado a la cantidad de dedos de las manos.

Durante algunos periodos de la evolución humana ha sido posible contar en base 20 como resultado de la unión de manos y pies para esta labor. El antropólogo Leslie A. White ilumina estos aspectos de la siguiente manera:

> «No hace falta decir que las matemáticas no se originaron con Euclides y Pitágoras, ni siquiera con los pensadores del antiguo Egipto y Mesopotamia. Las matemáticas fueron un desarrollo del pensamiento que tuvo su principio con el hombre y la cultura hace un millón de años aproximadamente. Naturalmente, se hicieron poquísimos progresos durante ciento de miles de años. Pero todavía hoy encontramos en la matemática sistemas y conceptos que fueron creados por gentes primitivas prehistóricas de la Edad de Piedra, de las cuales se encuentran restos entre las tribus salvajes de hoy. El sistema de contar de diez en diez proviene de usar los dedos de ambas manos. El vigesimal de los astrónomos mayas surgió de contar con los dedos de pies y manos y *calcular* es contar con *calculi*, guijarros. Una *línea recta* era una soga estirada de *lino*, etc.»[18]

Podemos esquematizar este proceso de la forma siguiente:

Mente—Espacio—Tiempo—Objeto ⇒ Número.

Estos «objetos» son de variado tipo. Naturales primero, artificiales después.

Entonces, un signo/símbolo matemático como el número constituye un «esquema», un «resumen», un «código» reducido a un grafismo que denota o designa una *proposición cuantitativa existencial*. Es decir, el signo-símbolo «7» designa la proposición cuantitativa existencial «existen siete objetos». Esto supone una forma de relación entre la mente humana y el mundo. Como sabemos, no es la única. Otras son el lenguaje natural, el arte, la música, la tradición, las creencias, la religión, lo sagrado, etc.

También en los animales ha de haber algún sentido de «número» por ejemplo cuando una presa es atacada por varios depredadores al mismo tiempo o cuando la defensa se realiza a partir del número de miembros de una manada.

[18] Leslie A. White. «El lugar de la realidad matemática: una referencia antropológica» p. 296, vl. 6. En: James R. Newman: *Sigma: el mundo de la matemática*. 6 vls. Grijalbo. Barcelona, 1985.

Algunas etapas de la evolución del sistema de numeración indio hasta las cifras actuales llamadas árabes
Fuente: «numeración» *Gran Enciclopedia Larousse: Gel*

El modelo teórico de la matemática ha ido siendo creado por el matemático: axiomas, etc. Y luego pasa a desarrollarse con las definiciones y teoremas. La estructura va creciendo como una construcción[19] que se va montando con un sentido sistémico. Hay dos aspectos claves: la «verdad» de los axiomas y cómo se crean las *definiciones*. En este aspecto es muy relevante la capacidad de la misma *demostración* matemática para generar posibles definiciones o para producir la apertura necesaria para una *heurística* del descubrimiento matemático que se va enlazando a partir de la experiencia acumulada por los matemáticos en un entorno cultural singular concreto que es resultado, a su vez, de un desarrollo de las formas de la cultura.

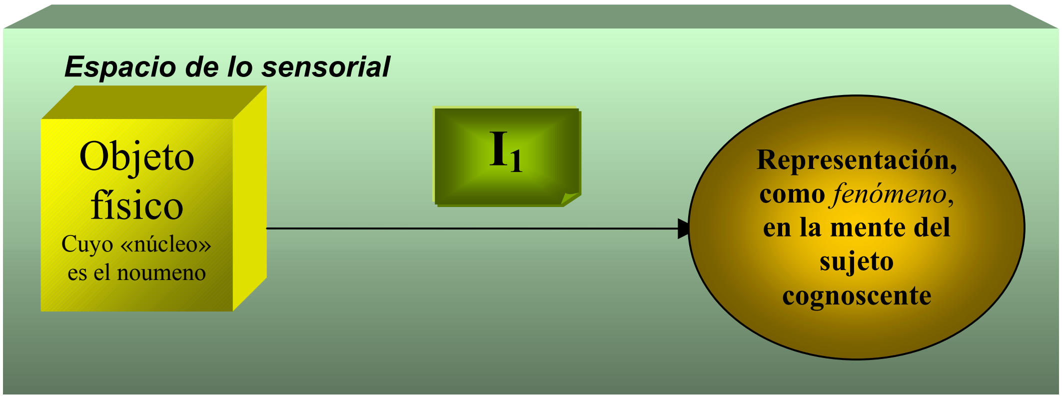
La «auténtica matemática» no es un ejercicio puro de formalismo. Para que sea «auténtica» ha de tener referente. Se pueden crear infinitos sistemas formales ¿pero tienen todos ellos referente? Esto supone, a mi juicio, un gran problema para la matemática. El formalismo no se plantea esta cuestión de la referencia. Ni tan siquiera tiene en cuenta la propia historia de la matemática y sus reconstrucciones racionales asociadas a conjeturas, a la especulación y la crítica y a la propia «lógica» de las pruebas y refutaciones en una matemática que es hasta el siglo XIX (hasta la «rigorización del Análisis» efectuada por Cauchy) una matemática «informal» y cuasi-empírica.

Si la matemática es el producto de la «intuición fundamental»: el *tiempo*; y si es un *a priori* (kantiano), resulta que está instalada en la *mente*. La intuición fundamental del tiempo sería previa a la intuición de la matemática, ya que aquella hace posible a ésta.

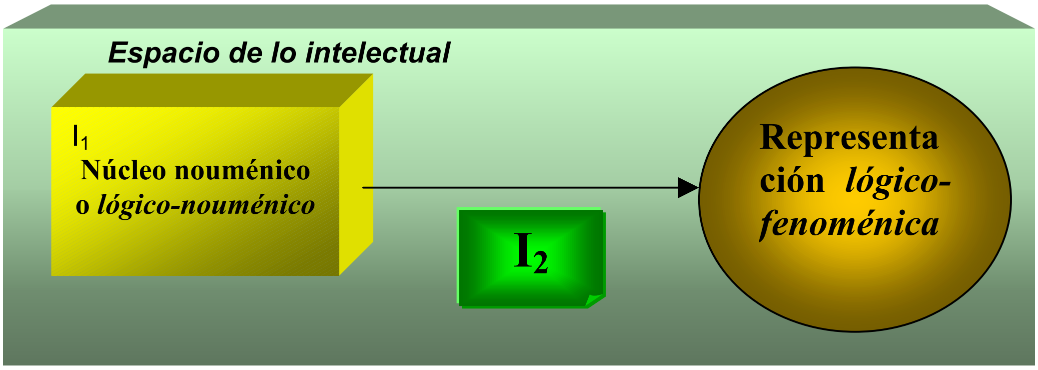
En la página siguiente he diseñado un modelo de conocimiento, en el sentido kantiano, que permite observar cómo éste tiene una estructura de tipo recursivo que está conformada por subestructuras encajadas. De este modo, el conocimiento matemático es posible interpretarlo a la luz de la estructura del conocimiento general. El modelo que presento sería propio de la cultura de Occidente y su sentido ha de ser entendido desde esta perspectiva. Un análisis de las formas del conocimiento en otras culturas específicas ha de ser singular y concretamente referido a cada forma cultural estudiada. En este sentido, v.g. la noción de tiempo del mundo chino estaría asociada a un movimiento lineal, de larga duración frente a la visión más cíclica propia de la cultura occidental.

La construcción cultural de Occidente se realiza bajo la condición de posibilidad del conocimiento creador por parte del *Homo Sapiens Sapiens*; que depende, a su vez, de una serie de funciones de la mente humana asociadas a determinadas categorías. Kant formuló una serie de estas categorías de la mente que permiten el conocimiento. Lo que nos interesa fundamentalmente es la distinción kantiana entre *noumeno y fenómeno* que conlleva la inaprehensibilidad, por parte de la mente, de «la cosa en sí» que permanece incognoscible para el sujeto. Lo representamos de la siguiente forma:

[19] Esta construcción tiene mucho de convención tal y como sostendrá H. Poincaré.



Podemos seguir aplicando esta idea sobre sí misma. Es decir, sobre la idea de la distinción fenómeno/noumeno. Construimos el esquema siguiente:



Fuente: Víctor M. Alarcón Viudes. Elaboración propia

Existirá una serie de estructuras infinitamente encajadas del tipo:

$$\boxed{I_1 \subset I_2 \subset I_3 \subset \ldots \subset I_{n-1} \subset I_n \subset I_{n+1} \subset \ldots\ldots \subset I_\infty}$$

Podemos hablar de un «Espacio de lo intelectual» que supondría la misma distinción noumeno/fenómeno y toda *representación* intelectual/cultural sería *fenoménica* ya que estaría también mediada por la mente humana (al igual que la primera representación en el «Espacio de lo sensorial») y, por tanto, no podríamos acceder al núcleo duro (*noumeno*) de la propia idea que consistiría en lo que ésta tiene de «verdad absoluta» independientemente de un pensador; p.ej.: la propia idea kantiana I_1.

La indagación/especulación es lo propio del uso de la razón filosófica—o uso de la razón por conceptos con un marcado carácter lingüístico—. La extracción *a priori* de conceptos es lo propio del uso de la razón matemática —o uso de la razón por *construcción* de conceptos con unas características peculiares—. Esta construcción es una *idealización* elaborada por la mente a partir, quizás, de algunas sugerencias que aporta la Naturaleza.

Históricamente, las relaciones entre filosofía y matemática han fecundado importantes desarrollos mutuos que han puesto de manifiesto el carácter «asociativo» de ambas disciplinas. En este sentido, podemos caracterizar los «Juicios Sintéticos *a Priori*» (JSP) —en su específica pertinencia matemática a la luz de la especulación kantiana— de la forma siguiente:

i) Proposiciones necesarias y universalmente válidas.
ii) Sintética: el predicado no está contenido en el concepto-sujeto.
iii) Al ser necesaria y universalmente válidas, son *a priori*.

Donde la matemática estaría constituida por esos JSP. Estas ideas han sido significativas para encontrar el nudo gordiano del conocimiento matemático unido al funcionamiento de lo mental. En la actualidad, no está claro que la concepción kantiana de la matemática como JSP pueda aportar claridad, dada una cierta contradicción entre juicio sintético y *a priori* al mismo tiempo.

Con respecto a la cuestión del *infinito*, ni tan siquiera el pensamiento holista actual es capaz de decir que el infinito tenga una existencia *in toto*, ya que esto es casi una contradicción en los términos. Sólo un sistema «cerrado» puede existir como totalidad en cuanto subsistema cuasi-aislado que puede ser considerado, a efecto de estudio, «cerrado». Sólo el universo puede ser un sistema cerrado si es finito[20]. Un sistema infinito (en potencia) en cuanto que «se está haciendo infinito» es «abierto». Un universo inflacionario que «crece» continuamente no puede ser caracterizado como total en la medida en que está continuamente «haciéndose». De todos modos, las cuestiones apuntadas por Kant todavía colean en determinados presupuestos epistemológicos de algunas escuelas de fundamentación de la matemática. Suponer un infinito actual matemático es sugerente con respecto a la posibilidad de una infinitud como característica propia del universo si lo que hacemos es asignar una correspondencia biunívoca entre la recta real y las partículas materiales de este universo.

Si la realidad matemática se inscribe en un mundo de las *Ideas* (Platón) este mundo, asociado con lo divino/supraempírico, es, casi por definición, infinitud: arquetipos o moldes eternos e inmutables de los que las formas concretas son copias imperfectas. De aquí la percepción de Kant sobre la experiencia de lo *sublime*, es decir aquello que no tiene nada más sobre sí mismo. En este sentido el matemático sería una especie de *místico* que es capaz, a través de la práctica de su ciencia, de ponerse en contacto con la *Realidad*, último fundamento del mundo.

El científico sabe que se ocupa de *sombras*, de *fenómenos*. Pero ¿se puede penetrar hasta el *noumeno*? ¿Puede ser identificado el *noumeno* con la Realidad? (Dios, la Base, el Fundamento, etc.). ¿Es el noumeno idéntico al *espíritu*? ¿O el noumeno es meramente «cosa en sí» de los objetos del mundo, eternamente inaccesible? Pero esta «cosa en sí» también puede ser aquello que llamamos *lo espiritual*. Muchos matemáticos tienen un sentimiento «platónico» con respecto a su ciencia. Están más o menos seguros de que existe un *mundo matemático*, del cual ellos dan cuenta. Esta epistemología de la matemática tiene vinculaciones palmarias con determinadas concepciones filosóficas vigentes en la actualidad.

¿Por qué se da más en unos individuos que en otros la capacidad comprensiva y creadora de tipo matemático? ¿Un *a priori* «genético»? Estas formas creadoras y comprensivas intentarían abarcar las manifestaciones de lo real universal a través de «campos cognitivos» que son propios del funcionamiento de la mente humana catalizadas por la *cultura*. Las formas del conocimiento han sido estudiadas por los *antropólogos cognitivos* en una gran diversidad de culturas. Se puede esquematiza las grandes líneas de conocimiento en la cultura occidental del siguiente modo:

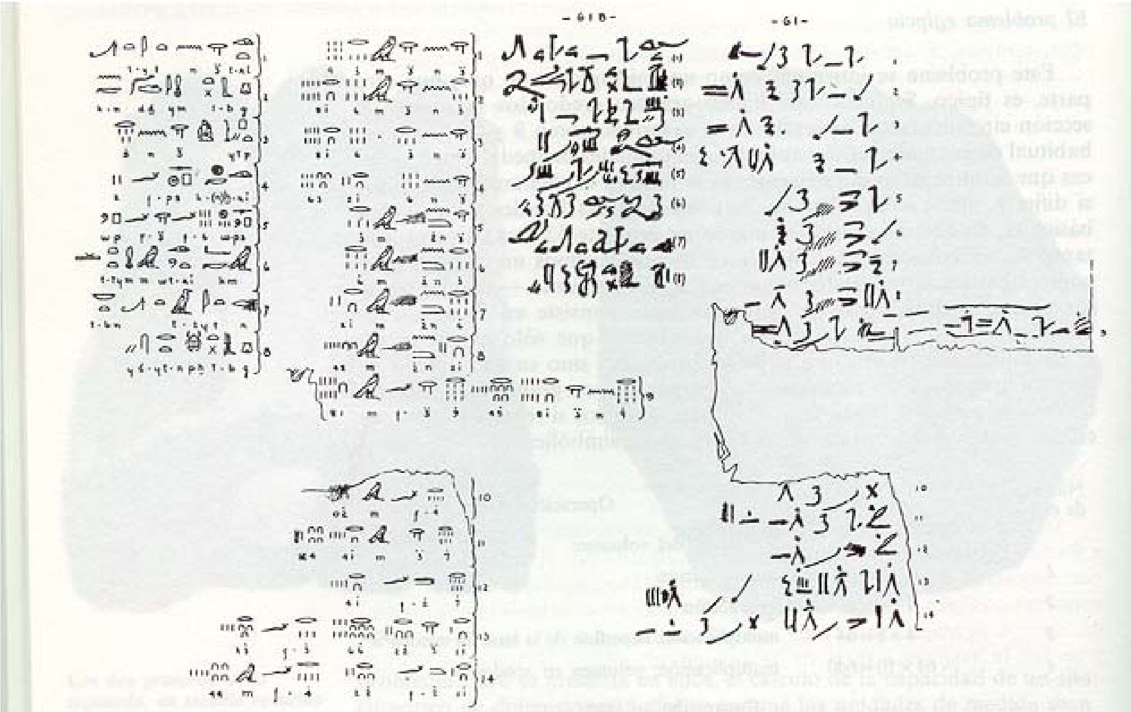
i) «Cómo es»: ciencias fácticas: física, química, etc.

ii) «Por qué es»: filosofía, teología, etc.

iii) «Qué es» (el asombro de que el mundo sea): mística. (Novalis hablaba del elemento divino-sagrado de la matemática. Además: *Belleza, Bondad, Verdad* en los pitagóricos y demás conocedores de lo oculto).

[20] Mario Bunge sostiene que el único sistema cerrado posible es el Universo, como sistema total. Cualquier otro subsistema es «abierto». Mario Bunge: Seminario «Conocimiento o ignorancia de lo social: Problemas Metodológicos y Filosóficos de las Ciencias Sociales». Impartido en Alicante entre los días 19 al 23 de febrero de 1996.

El edificio de los números y la matemática que ha llegado a nuestros días debe mucho a la concepción griega del concepto de *Demostración*. Frente a la concepción pragmática/empírica de la matemática egipcia o babilónica cuyos cálculos, en el caso de Egipto, estaban en función de aspectos tales como la subida del Nilo, el recuento de la cantidad de grano almacenado en los silos, o el cálculo —extraordinariamente exacto—de construcciones complejas como son las pirámides, la matemática griega comienza a elaborar un concepto absolutamente novedoso como es el citado de demostración.



Ejercicios matemáticos egipcios. Página del papiro Rhind.
Fuente: Michael Serres, *Historia de las Ciencias*.

Es en los *Elementos* de Euclides donde se recopilan una serie de teoremas todos ellos con demostración. A lo largo del trascurso de la civilización occidental, posterior a los *Elementos*, el criterio de demostración ha sufrido variaciones en lo que atañe a su rigor lógico. Así, los métodos de prueba matemática han ido incorporando los avances y descubrimientos de la lógica formal o simbólica aplicándolos a teoremas y conceptos cada vez más complejos. Si ninguna *demostración* es definitiva ya que los criterios de rigor han ido cambiando a lo largo de la historia y aquella descansa en el rigor lógico —en cada tiempo concreto esta lógica se supone verdadera— apareciendo, además, contraejemplos, contradicciones, paradojas y aporías, ¿dónde descansa el criterio de verdad de la matemática? —y el de la propia lógica empleada en las demostraciones—. Ya Russell y Whitehead se dieron cuenta de que los principios de la lógica no eran verdades absolutas. Podríamos suponer entonces que una demostración matemática no demuestra lo que dice demostrar. ¿Sería la matemática no demostrable sino tan solo *falsable*, en el sentido de Popper?

La llamada «sociología de la ciencia y el conocimiento» (SCC) estudia las condiciones sociológicas por las cuales se dan, tanto la labor científico-matemática, como su creación. Un ejemplo de ello es el trabajo de Merton sobre la ciencia inglesa del siglo XVII. Existen trabajos de otros autores sobre este mismo punto con relación a la antropología[21]. La cuestión fundamental relacionada con la SCC es lo que yo llamo *problema del enlace*; es decir: cómo se imbrica en el plexo de la realidad la mente y la sociedad, lo individual y lo colectivo, los estados de conciencia personales y los «estados» sociales y qué repercusiones existen entre conciencia y sociedad y, particularmente, entre la mente científica y la sociedad considerando también sus subsistemas.

Mill es un protoevolucionista del conocimiento —el cerebro permite la abstracción matemática—. Pero esto, en Kant puede ser interpretado en igual sentido, al ser la intuición del espacio-tiempo un acto cerebral. Es claro que sin cerebro no es posible tanto la creación matemática como su prolongación en la teoría.

Es muy difícil de concebir para teorías avanzadas de la matemática que éstas tengan un contacto directo con lo experiencial, es decir con el mundo natural directo: v.g. la Teoría de Grupos Continuos (Pontriaguin). No se ve cómo un teorema puntero de esta teoría pueda ser el resultado de «generalizaciones inductivas de la experiencia» como han sostenido algunos filósofos de la matemática. No obstante lo verdaderamente interesante es que sí lo fuese.

El «concepto formal» es, en sí mismo, «lo existente». Puede ser calificado de «objeto formal» creado por la *mente*. Cuando este «concepto formal» es muy «avanzado» se pierde —si es que existe— totalmente su conexión con el basamento de experiencia que supone Mill. El problema se remite al aspecto «real-empírico» del cerebro como entidad física. Ahora bien, algunos autores identifican *hardware* con *software* en el cerebro. Éste sería mero «programa» (líquido). No habría, por lo tanto un continente que tuviese un contenido memorístico-informacional; si no que el cerebro, en sí mismo, es información tanto filogenética como ontogenética; hecha posible por el desarrollo evolutivo y la aportación de memoria-información, realizada por la «experiencia» de la vida de ese cerebro.

Contemplamos una prevalencia de la matemática sobre la *lógica*. La epifanía matemática-lógica toma cuerpo con los matemáticos griegos que son los primeros en realizar demostraciones y en sistematizar el conocimiento matemático en un *corpus* coherente. Muchos autores sostienen que la matemática es un saber que es ontológicamente previo al de la lógica.

El elemento lógico en la matemática está presente, fundamentalmente, merced a la estructura deductiva asumida en las demostraciones. La lógica simbólica, con el uso de reglas relativamente sencillas usadas en las demostraciones, es el cemento que mantiene unido a los teoremas de los sistemas matemáticos. Se ha dicho que la lógica es la higiene que practica el matemático para confirmar o refutar lo que la intuición le va sugiriendo. De todas formas, su uso es imprescindible porque la intuición se ha revelado falsa en varias ocasiones en la historia de la matemática. Hay una cuestión colateral a este punto: es la de someter a la misma lógica a criterios de fundamentación similares a los de la matemática.

En rigor, existen variadas lógicas: las lógicas Polivalentes, las lógica Borrosas —junto con la matemática Borrosa— lógica del Tiempo, lógica Deóntica, etc. Por lo tanto, la lógica está sometida también a su propio desarrollo y a la creación de nuevas ramas y campos totalmente novedosos.

El interés de los matemáticos por fundamentar su ciencia en cimientos absolutamente sólidos ha llevado a estos a una búsqueda incesante de procedimientos y utillajes que les permitieran «estar seguros de su ciencia». En

[21] Puede verse al respecto: *las matemáticas como clave cultural* en los siguientes artículos contenidos en *Sigma, el Mundo de las matemáticas vl. 6;* op. cit*.:* «El significado de los números» por Oswald Spengler y «El lugar de la realidad matemática: una referencia antropológica» por Leslie A. White, páginas 250 y 282, respectivamente.

ninguna otra ciencia se dan unas características de búsqueda de rigor tan extremas como en la matemática. Todo conocimiento en las otras ciencias se supone provisional y sujeto a modificaciones drásticas cuando así lo exijan los nuevos datos y las nuevas teorías. La aparición de la «ciencia revolucionaria» modifica los paradigmas existentes hasta la fecha.

La noción de Kuhn, que contrapone la «ciencia normal» a la «ciencia revolucionaria» es una de las concepciones de más éxito en las últimas décadas de la filosofía e historia de la ciencia. El intento de fundamentación matemática obedece, sin embargo, a las características singulares de esta ciencia, aunque ella también está sujeta a «cambios de paradigma» como demuestra su historia p.ej. en la «rigorización del Análisis» llevada a cabo por Cauchy o la propia Tª de Conjuntos de Cantor.[22]

El caso de Georg Cantor es muy interesante desde la óptica *antropológica* ya que es uno de los pocos matemáticos que incorpora a finales del siglo XIX un préstamo cultural del mundo hebreo en la notación que utiliza para significar los *números transfinitos* que entran en juego en toda la teoría de conjuntos no ingenua. Así, Cantor utiliza la primera letra del alfabeto hebreo (alef) para significar el cardinal de □ y el cardinal de □ [$\aleph_o = \text{card}(\square)$; $\aleph_1 = \text{card}(\square)$; $2^{\aleph_o} = \aleph_1 = 2^{\text{card}(\square)} = \text{card}(\square) = c$] y para formular su famosa «hipótesis del continuo»: por el teorema de Cantor, $\aleph_o < 2^{\aleph_o}$ y se sabe que $\aleph_o < c$ (donde c representa el continuo de la recta real). El teorema siguiente expresa la relación entre $2^{\aleph_o}$ y c:

Teorema: $2^{\aleph_o} = c$.

Se puede preguntar si existirá un cardinal comprendido “entre” $\aleph_o$ y c. Desde un principio, Cantor sostuvo la conjetura, conocida por Hipótesis del Continuo, de que la respuesta a tal pregunta es negativa. Es decir: no existe cardinal h tal que $\aleph_o < h < c$. En 1963, Cohen demostró que la Hipótesis del Continuo es independiente de los axiomas de la teoría de conjuntos, de cierta manera en el mismo sentido en que el postulado quinto de Euclides sobre las rectas paralelas es independiente de los otros axiomas de la geometría. Es decir, Cohen demostró la indecibilidad de esta proposición; si la teoría de conjuntos es no contradictoria, se le puede añadir como axioma la hipótesis del continuo o su negación.

Los elementos históricos, epistemológicos y de fundamentación de la ciencia matemática nos permiten un acercamiento y estudio de los componentes, más o menos ocultos, de este saber. La matemática se revela como un conocimiento extraordinariamente apasionante por sí mismo, y como la herramienta más poderosa que el ser humano ha utilizado nunca para la comprensión del universo —la matemática se emplea en todas las ciencias y muy en especial en la física más avanzada, donde esta ciencia está más matematizada—, del que formamos parte interesada.

De alguna manera, la matemática es una gran invención del hombre y de esta invención se vale para descubrir los secretos que permanecen ocultos a su intelecto. Weierstrass sostenía que «El verdadero matemático es un poeta»; es el componente *estético* de la matemática subyacente a ésta al mismo tiempo que es guía de su desarrollo y de un cierto criterio de plausibilidad de sus teorías. La *Verdad matemática* está, de este modo, en íntima relación con la Belleza. En este sentido, la matemática ha sido comparada en multitud de ocasiones con un Arte de la mayor singularidad.

Es característico del desarrollo último de una ciencia, que ella misma nos lleve a plantearnos determinadas cuestiones que están asociadas íntimamente a las cuestiones de sus *fundamentos*. La razón duda, a la postre, de la razón. Es

[22] Al respecto puede verse *Del cálculo a la teoría de conjuntos, 1630-1910. Una introducción histórica*. Compilación de I. Grattan-Guinness. Alianza Universidad. Madrid, 1984.

precisamente ensanchando el *organon* como se produce el avance y el crecimiento de una determinada ciencia. Lo es endógena y exógenamente.

La matemática necesita el concurso de los propios matemáticos activos y de los pensadores matemáticos y filósofos que reflexionan y especulan con visiones —muchas veces diametralmente opuestas— sobre los cimientos, por así decirlo, de su actividad. Sin embargo la mayoría de los epistemólogos más conocidos se han ocupado de la filosofía de las ciencias naturales —una excepción a lo que digo quizá la represente el físico, filósofo de la ciencia y matemático, Imre Lakatos— y en mucha menor medida de la filosofía de la matemática, siendo, en muchos casos, los propios grandes matemáticos del pasado y de la actualidad, los que se han preocupado y ocupado de los problemas epistemológicos vía problemas históricos.

Es característico de Lakatos su hincapié en los aspectos heurísticos de la matemática. La influencia de la epistemología de Popper lleva a Lakatos a considerar los aspectos falsacionistas aplicados a la matemática como relevantes en orden a la fundamentación de esta ciencia. Posiblemente la filosofía de la matemática de Lakatos se ajuste con mayor precisión a la actividad real de los matemáticos cuando hacen matemáticas. Este aspecto «pragmatista» de la epistemología matemática casa bien con la *praxis* operativa de su actividad característica.

Frente a grandes concepciones metafísicas, Lakatos opone un «rigor» procedimental concebido como realización enfrentada a los problemas, cuestiones y retos con los que se encuentra el matemático cada día al realizar su trabajo. Determinadas estrategias de comprensión, de abordaje de problemas, de demostración, de «pruebas y refutaciones», etc., son propias del oficio, y más significativas de la labor singular de los matemáticos que las grandes abstracciones metafísicas, ontológicas y epistemológicas más propias de la especulación de los filósofos. Nada está más lejos de la realidad que pensar que la filosofía lakatosiana pueda ser trivial con respecto a interpretaciones «macro» de la matemática. Los «términos sin sentido» son, según los positivistas lógicos, característicos de los «metafísicos». Pero Lakatos aboga por una matemática cuasi-empírica de tipo informal que permite la entrada en juego de determinados aspectos de la heurística y procesos de descubrimiento no-algorítmicos asociados a la creación y al planteamiento y resolución de problemas. Lakatos introduce un aspecto quizás prelógico; —pero también cultural al considerar la historia de la matemática como elemento esencial de su epistemología— aspecto, éste, criticado por los positivistas lógicos (Carnap y otros) tanto en cuanto se tiende a identificarlo con las concepciones metafísicas frente a las cuales se habían posicionado los miembros del Círculo de Viena.

La historia de la matemática se inserta en el acervo de conocimientos de la Humanidad en estrecha imbricación con los otros elementos y componentes de la cultura; y con ello, del resto de los sistemas de la ciencia; de tal forma que esta historia de la matemática ocupa un lugar preeminente en el conjunto de los conocimientos al ser, no sólo un conocimiento plausiblemente válido en sí mismo, sino uno que es apoyatura, y multitud de veces, guía de las otras ciencias.

De los aspectos antropológicos de la matemática es posible aprender mucho acerca de características «internas» a esta ciencia; pero también sobre el nexo entre creación matemática y sistema social o condiciones de aprendizaje ambiental y cultural. Una cuestión fundamental para la humanidad es que las capacidades del individuo estén en armonía con unas necesidades *inteligentes* de la sociedad. Se trata de una nueva *educación* para el autoconocimiento del sujeto libre.

El peso de la actividad filosófica ha percolado el quehacer matemático de tal forma que las diversas concepciones filosóficas han condicionado a éste al mismo tiempo que a la propia enseñanza de la matemática. La racionalidad propia de esta ciencia está unida a la consistencia *lógica*, característica de todo sistema formal, al tiempo que es en parte deudora de determinadas concepciones filosóficas sobre el mundo y sobre la propia matemática. La consistencia lógica es, como producto del despliegue del conocimiento matemático, un resultado tardío de la labor matemática. Previamente se ha dado, en su historia social y cultural, todo un desarrollo más o menos acumulativo de conceptualizaciones y actividades característicamente matemáticas que han ido perfilando su propia acumulación y que han sido referencia y necesidad propias de la *mente* matemática a la hora de ir completando el edificio imponente del conceptualismo matemático que ha llegado hasta nuestros días. Se ha ido gestando, a lo largo de la historia en el marco de los diferentes sistemas *sociales* y *antropológicos*, un incremento del rigor lógico al tiempo que se ha desarrollado un análisis de los propios fundamento de la matemática que son resultado, precisamente, de las *aporías* en las que el razonamiento lógico había desembocado aproximadamente a principios del siglo XX; de aquí la aparición de las diversas escuelas: intuicionistas (Brouwer...), formalista (Hilbert...), logicistas (Russell, Whitehead...), conjuntistas (Cantor...), convencionalistas (Poincaré...).

De alguna forma, el carácter último de la matemática ha de ser fundacional o primitivo ya que su estructura de desarrollo se erige sobre una base puntual y limitada (al modo de una pirámide invertida) y, sin embargo, sirve de base al desarrollo de las otras ciencias. ¿Es la matemática una verdad ontológica que actúa como presupuesto científico —e incluso como presupuesto epistemológico— de las demás ciencias? A pesar del carácter primitivo, fundamental, del hecho matemático su discurso es extraordinariamente complejo y sofisticado como resulta patente en la matemática contemporánea tanto en el contexto de descubrimiento (*«in fieri»*) como en el contexto de la justificación (*«in facto esse»*) —tal y como sostiene A. Dou—.

Una de las cuestiones de mayor interés para el filósofo de la matemática y para el sociólogo del conocimiento matemático es la de ser capaz de entender los elementos de causalidad histórica y de estructuras sociales y culturales que hacen posible la creación matemática en entornos culturales singulares; su génesis, desarrollo, mantenimiento y las eventuales crisis que hubiesen podido surgir como consecuencia de determinados problemas en la práctica y fundamentos de esta ciencia. Desde la *antropología cognitiva y simbólica,* y desde la misma sociología del conocimiento y la ciencia, ésta ha sido una cuestión espinosa donde las haya. La prueba de ello es que los sociólogos de la ciencia y los mismos *antropólogos* que estudian las representaciones simbólicas —al igual que los epistemólogos— se han ocupado, en general, de las ciencias fácticas, y muy poco de las ciencias formales[23]. Así Bloor ha desarrollado determinadas visiones en relación con lo que para él es el caso más complicado: el estudio y análisis de las matemáticas. Para este autor, que se ha mantenido en la línea de los análisis de Wittgenstein en sus *Investigaciones lógicas*, sobre el llamado «seguimientos de las reglas», las matemáticas y la lógica son modos particulares de *instituciones sociales*, o lo que es lo mismo, agregados de normas y formas de proceder particulares que son sostenidos por la estructura basamental de las sociedades y por procesos determinados de tipo social-cultural, donde la actividad de los matemáticos se desarrolla. En este sentido, cabría hablar de la determinación social y cultural de las ideas acerca de los *números* y de la

[23] En este sentido son mucho menos frecuentes los trabajos como el de T. Crump sobre la Antropología de los números y la matemática que los dedicados a aspectos de las ciencias naturales. Un libro importante para la historia de la Antropología como es el de Marvin Harris, *El desarrollo de la teoría antropológica: una historia de las teorías de la cultura*; editorial Siglo XXI, 1993, contiene escasas referencias acerca de los números o de la matemática en las diferentes culturas.

matemática que de ellos deriva (entre la que se encuentra la teoría analítica de números con variable compleja).

Bloor concuerda con el planteamiento de Wittgenstein frente al de Mannheim —este último pensaba que las matemáticas no están afectadas por la determinación social del conocimiento—. De todos modos, en muchos de los estudios de Bloor no se han encontrado más que factores derivados de la estructura de profesión y de comunidad matemática característicos de las situaciones de ubicación reglada profesionalmente de los matemáticos, y no de otros factores sociales de mayor calado o amplitud.

Lo interesante es saber, por otra parte, quién habría podido ser un potencial matemático en el caso de que las condiciones personales se lo hubiesen posibilitado. En este sentido la estructura social está «desajustada» cuando no están los individuos ocupando el lugar para el que un talento potencial les capacita. En el caso español hay circunstancias históricas, culturales, económicas, etc., que han estado y están, infortunadamente, operativas. Matemáticos como Gauss en la Alemania del siglo XIX, se hubiesen podido malograr de no mediar determinadas circunstancias que colocaron, al entonces potencial matemático, en el camino correcto que le permitiría, pocos años después, llegar a la cumbre de la matemática de su tiempo y alcanzar logros creadores de la máxima importancia. Un estudio más amplio y fecundo sobre esta problemática intelectual está todavía por desarrollar. La dificultad inherente a estos planteamientos ha hecho que los sociólogos de las ciencias formales no se hayan puesto —en un sentido intensivo— a la labor de estudio y explicación de los posibles fenómenos de tipo social, cultural e histórico que han hecho posible la realidad de las matemáticas. Oculto entre la maraña de la labor de los matemáticos debe encontrarse una realidad social subyacente que fecunda esa labor y que hace posible, tanto su creación y desarrollo, como la practicidad de las matemáticas al volcarse sobre la sociedad que ha alimentado esa misma *praxis*.

Si somos capaces de explicar los posibles vínculos entre historia, cultura, sociedad y creación matemática, habríamos penetrado en una de las realidades más misteriosas que existen desde el punto de vista cognitivo e intelectual. Para ello se requiere el concurso de la historia de la matemática y la ciencia, la *antropología de la matemática* incardinada en la *etnociencia* —que contemple a la matemática como un saber prioritario en las formas de organización de la vida comunal a través de un mundo simbólico dotado de especificidades propias— la sociología del conocimiento y la ciencia y los aspectos más importantes de la epistemología, manejados en íntimo maridaje con las teorías estructurales y simbólicas de la antropología en sus aspectos más apropiados y más estrechamente asociados a aquellas escuelas de la teoría antropológica que más y mejor sean capaz de explicar —a través de su herramental conceptual— la formación y mantenimiento de la ciencia matemática; sea a través del *estructuralismo*, el *materialismo cultural*, el *difusionismo* o la *antropología simbólica y cognitiva*.

La controversia entre el innatismo y el ambientalismo es, todavía, un aspecto oscuro de las ciencias sociales. Los casos de Gauss, Ramanujan, Abel o Galois quizás sean, en este sentido, paradigmáticos. En este punto, resulta de especial significación los estudios en antropología social y cultural acerca de la controversia entre cultura y personalidad así como la distinción «emic»/«etic» con relación a los patrones culturales o al difusionismo cultural[24].

El matemático pertenece a una sociedad, a una cultura y a una comunidad matemática que contienen una «concepción heredada» del pasado: conceptual, procedimental, epistemológica, ontológica, lingüística, simbólica, técnica, modular...

[24] Vid. G. H. Mead y su *Espíritu, Persona y Sociedad*. Paidós. Barcelona, 1982.

Es difícil concebir que el matemático efectúa su trabajo *ex novo-ex nihilo*. Parece más plausible pensar que los elementos ideacionales-matemáticos son deudores de la estructura social devenida de la Historia. Esto no supone que no existan esferas procesuales cognitivas en la actividad matemática, hasta cierto punto, autónomas en la mente del matemático. Espacios de funcionamiento mental «inherentes» que permitan una creación matemática dentro de la creación cultural.

La matemática siempre ha sido considerada como el paradigma de la exactitud y la certeza. Los matemáticos habían desarrollado su ciencia en íntimo maridaje con las otras ciencias y en especial con la física; hasta tal punto que las ciencias naturales proveían de ideas y problemas a la matemática con el fin de solucionar cuestiones que se presentaban a los científicos en el proceso de descubrimiento, es decir en la propia actividad de éstos científicos con respecto a sus investigaciones sobre la naturaleza.

No se había cuestionado la certeza matemática ni su capacidad de aplicación a la resolución de los problemas. La matemática consistía en una ciencia que era, además, herramienta *heurística* para las otras ciencias. Su consistencia interna estaba asegurada por la demostración y sobre todo por la aplicabilidad.

La contrastación de su eficacia venía dada a través de lo empírico; si una solución científica se corroboraba en los hechos, ello significaba que la teoría era plausible y que los fundamentos matemáticos que la sostenían eran verdaderos, ya que los hechos de la naturaleza, revelados por medio de la experimentación, eran la gran autoridad y el juez supremo que aseguraba que los nuevos descubrimiento supusieran una correspondencia, más o menos absoluta, con respecto a los dictados de la naturaleza. De este modo, el gran libro abierto de esta naturaleza dejaba entrever sus líneas maestras gracias al aparato de la ciencia y a la capacidad por parte de la matemática de ser capaz de leer esas líneas de forma bastante certera. La matemática era, por tanto, la gran herramienta conceptual y de investigación que poseían los científicos para comprender el Cosmos.

Históricamente, la matemática se había sometido a una reformulación continua en lo que atañe a su propio arsenal conceptual con el fin de cubrir las necesidades íntimas de las ciencias. El pragmatismo inherente al quehacer matemático le aseguraba su prestigio en la comunidad científica y en la propia sociedad.

Las matemáticas eran contempladas como la certeza máxima de la que era capaz el ser humano para enfrentarse a los misterios del universo. Su labor conceptual y heurística reflejaba, de algún modo, la estructura interna de ese universo que había de ser comprendido a través de la racionalidad humana. El impulso al descubrimiento, espoleado por la curiosidad de los científicos y por el afán de éstos de comprensión de las verdades ocultas a una mirada superficial, tenían en la matemática el *organon* que permitía el análisis, y también la síntesis, de los grandes conceptos y teorías que se aplicaban al mundo real, al mundo de los datos sensibles, de los que habían hablado los grandes filósofos del pasado.

Se suponía que este mundo existía en la realidad —lo cual supone un materialismo consustancial en la mente del científico frente a visiones idealistas que se dejaban a la especulación filosófica— y que era labor de la ciencia revelar sus leyes a través de las regularidades descubiertas.

Determinados acontecimientos en la historia de la matemática supusieron un fin para esta certeza. Su importancia para la historia de la matemática ha sido, y sigue siendo, crucial, al tiempo que aporta una intelección de esta ciencia sometida a contradicciones y paradojas que, por una parte, la ha sumido en una profunda crisis y, por otra, ha aportado sustanciales investigaciones y resultados enriqueciéndola allí donde más lo necesita, en sus propios fundamentos y en las condiciones «previas» que la hacen posible.

No pensemos, sin embargo, que los grandes problemas epistemológicos de las ciencias formales están resueltos definitivamente. Lo que ha sucedido es que se ha aportado soluciones parciales en forma de acercamiento a una posible e hipotética «solución última». Nada más lejos de la realidad que esta «solución última» esté garantizada por la racionalidad humana; es muy posible que ella no exista como tal.

Lo que es palmario es justamente el intento encaminado al logro de la certeza apodíctica que reclama específicamente las ciencias deductivas en cuanto modelo de certeza y confiabilidad en un orden de razón proyectado ante el espejo de una naturaleza de la que quiere ser reflejo y garantía de su conocimiento.

La propia «lógica» del discurso racional es inmanente a esta tentativa al estar encerrada en la arquitectura interior de la mente humana, potenciada por la estructura del subsistema de investigación científica y por el orden subyacente caracterizado por la necesidad de conocimiento fiable, el único conocimiento digno de tal nombre, y de su aplicación a una tecnología eficaz, necesaria a todo sistema social para el mantenimiento del mismo.

No obstante, la cuestión del problema de la fundamentación es soslayada por algunos autores que sostienen la *no*-necesidad de fundamentos para la matemática. Esta ciencia/arte «es lo que es» y su fundamento consiste en su hacer histórico.

Una de las características de la ciencia, desde el punto de vista de su carácter *etnológico* y etnográfico —que se da en el contexto cultural y social— es precisamente la falta de certidumbre absoluta —ni tan siquiera relativa— sobre los hechos acontecidos. La prueba de ello es las diversas interpretaciones que los distintos autores, inscritos en determinadas escuelas, ofrecen de concretos «hechos» histórico-científicos.

Los mismos hechos, lo sabemos gracias a la epistemología, son en sí mismo algo muy refractario y resbaladizo. No podemos decir que la ciencia histórica que estudia aspectos externos culturales de la matemática o de los números —y el argumento es totalmente válido para la historia de la ciencia y de la técnica— sea un dechado de rigor (dado sus propias características intrínsecas) en el sentido en que la teoría del conocimiento, o la misma epistemología, entienden el término. Siempre pueden quedar elementos nucleares de los hechos, o hechos mismos, de corte diferente a los manifestados por la interpretación histórica, que pueden ocultar —o por el contrario arrojar luz— determinadas interpretaciones que pudieran ser parciales, incompletas o incluso completamente erróneas.

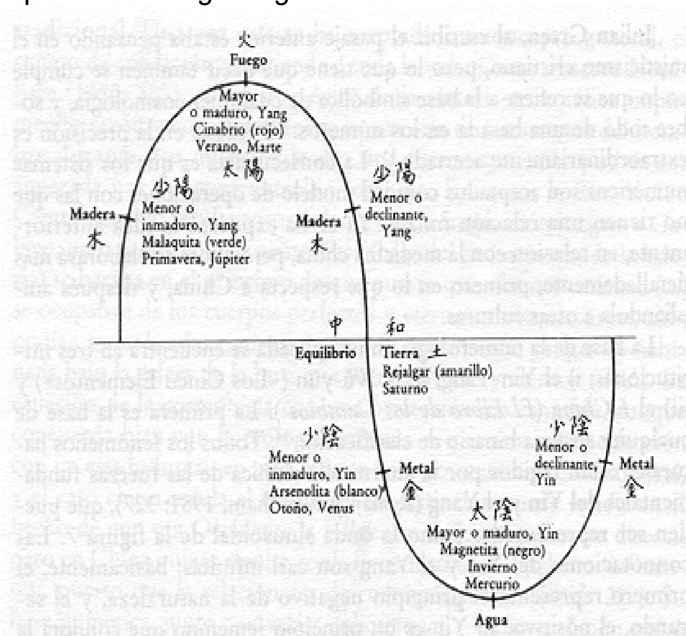
Siempre estas interpretaciones están sujetas a un plano de contingencia y, por lo tanto, a una dimensión de subjetividad. Lo que cabe realizar, no obstante, es un incremento de los datos documentales que posibilite un mayor acercamiento a la certidumbre y por lo tanto a la descripción de los fenómenos tal y como llegaron a acontecer. De todos modos, se trabaja con los materiales que tenemos a disposición. El problema del conocimiento en las ciencias sociales consiste precisamente en esto: en la selección de la información de la que se dispone y en caracterizar a ésta como relevante o no. En demasiados casos se tiene el hecho de la «información oculta» que ha quedado desconocida por el investigador.

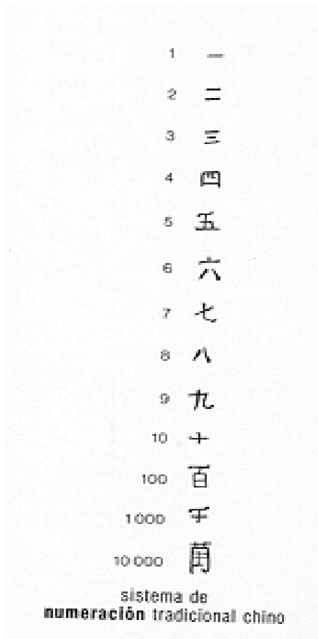
Toda ciencia —también las llamadas «ciencias duras»— está, a su vez, sujeta, a un componente de indeterminación. La misma concepción del concepto filosófico e intelectual de «Ciencia» también lo está: ¿cómo podemos saber que la ciencia actual, que está prácticamente globalizada en el «Sistema Mundial», es la única ciencia posible? ¿O sí las diversas interpretaciones cristalizadas en las teorías científicas no son a la postre meras indicaciones de un trasfondo enormemente más complejo que el que nuestros limitados aparatos de conocimiento y de control experimental y formal nos permite detectar?

El mismo saber (filosófico), el conocimiento (científico), se vería así sujeto a un principio de *incompletud* y de *indeterminación* que podría poner en crisis —como ya lo hizo en física o matemáticas— los mismos fundamentos de la ciencia. Ésta se manifiesta como un hacer y saber dentro de una historia social, cultural y civilizatoria que dicta los elementos arquetípicos, el *nomos*, valores y metodologías que deben ser concebidas como reglamentaciones y directrices de la práctica científica.

El mismo sistema social, dependiendo de que refuerce o no la ciencia como valor social, propiciará, no sólo la práctica de ésta a través de los planes de investigación y del aporte económico necesario para llevarla a cabo, sino que la misma concepción de la ciencia como un valor en sí, hará que prolifere o no el saber de dicha ciencia.

Nuestra cultura racionalista, iniciada en el pensamiento griego, ha construido una civilización cuyo componente esencial, cuya vertebración primera, estriba en considerar el concepto de ciencia y el de filosofía como absolutamente válida para los intereses y finalidad de esta civilización. En la historia de la humanidad el aporte cultural, en una especie de sincretismo de civilizaciones, no es algo que podamos obviar. Leibniz mismo estaba interesado en la *ciencia china*[25] y muchos de los científicos actuales han encontrado vínculos interesantes entre formas tradicionales de pensamiento no occidental con las más recientes teorías, como la mecánica cuántica, o la misma teoría cosmológica de la creación del universo, manifestada a través de la hipótesis del *Big Bang*.



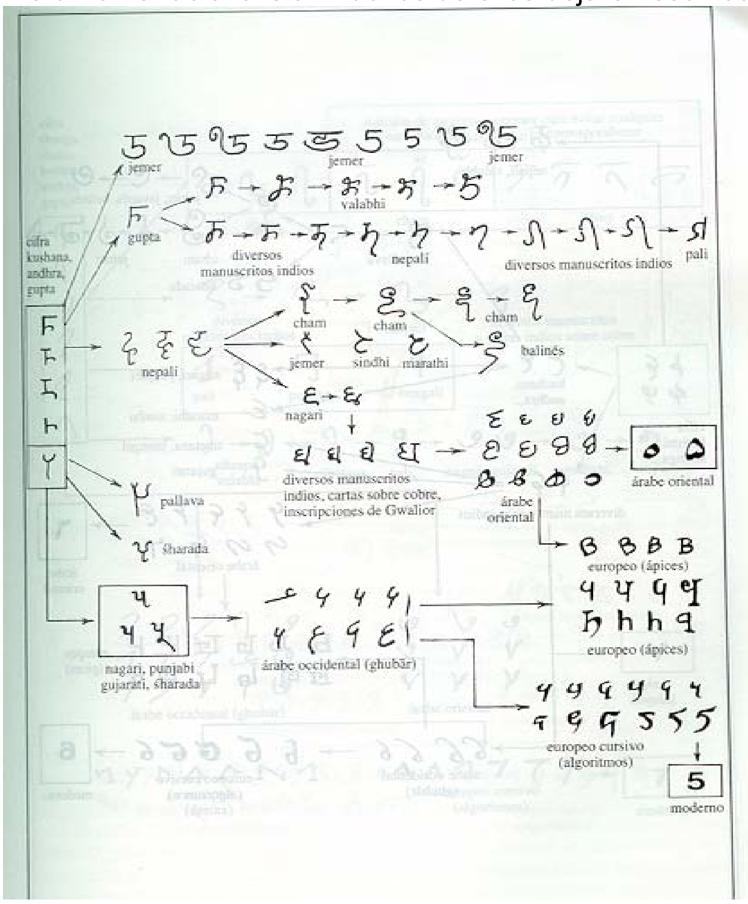


Respectivamente:
-El ciclo del Yin y el Yang. *Fuente*: Thomas Crump, *La antropología de los números*.
-Sistema de numeración tradicional chino. *Fuente*: «numeración», *Gran Enciclopedia Larousse*.

La aportación de matemáticos hindúes al acervo cultural de occidente no es tampoco baladí; tenemos los ejemplos de Ramanujan o de Chandrasekhar en física. Algo parecido acontece en la aportación de físicos y demás científicos japoneses que se han incorporado a la corriente de investigación de la ciencia contemporánea.

[25] T. Crump, en la obra citada, *Antropología de los números* recoge investigaciones realizadas por él en la China y en el Japón.

Las cosmovisiones que han impactado en la filosofía de fondo que opera en la conciencia de los más grande físicos de este siglo, y que ha supuesto modelos interpretativos de los hechos y las teorías de la ciencia, han tomado en las últimas décadas verdadera fuerza y pregnancia: Heisenberg, Schrödinger; Einstein, Jeans; Planck, Pauli o Eddigton, son algunos de los grandes científicos cuyas cosmovisiones se han visto afectadas por corrientes de pensamiento de tipo *místico* (Oriente) o no meramente racionalista. Muchos de ellos dejaron escritos del primer tipo comentado.



Origen y evolución de la cifra 5.
Fuente: Georges Ifrah, *Historia Universal de las Cifras.*

La misma historia de la ciencia y de la técnica en diálogo fecundo con la *etnociencia* de la matemática puede servir de vehículo de una nueva comprensión de la realidad.

El estudio de los aconteceres propios de la labor de investigación, de la creación científica y de los modos de transmisión de los conocimientos, tanto internos como externos a los «circuitos» donde se realiza la ciencia, el estudio de los grandes hacedores de ciencia, etc., constituye un saber en y sobre la propia ciencia que no es más que un tipo de conocimiento concreto instalado en los entresijos de unas culturas y civilizaciones que lo han hecho posible.

No obstante, a veces se pude llegar a la totalidad a través de una intuición de lo parcial, cuando esta intuición es lo suficientemente amplia y cuando las concepciones del sabio dan un salto sobre lo concreto para entrever grandes teoría o agregados, o bien una gran cosmovisión del mundo.

La ciencia occidental se encuentra también, y con derecho propio, en este mundo que se quiere sin fronteras y que forma una totalidad de manifestaciones;

totalidad que unifica en un conjunto las diversas características de las variadas culturas, tanto en los aspectos filosóficos como en los científicos y en el conjunto de los modos del saber. No hay ninguna razón para pensar que la ciencia occidental sea la depositaria de un saber absoluto, ni para que no podamos suponer que las aportaciones de otros modos de entendimiento de la realidad no pudieran ser sumamente significativas para el encuentro con el conocimiento de la realidad y, por ende, de la verdad. Las obras de David Bohm, *Ciencia, orden y creatividad* y *La totalidad y el orden implicado* caminan en la dirección de producir un puente entre formas de pensamiento ajenas a Occidente y la racionalidad propia de éste.

Desde el punto de vista de la *antropología (evolutiva) de los números y la matemática*, también van en este sentido las conexiones entre el mundo árabe y la matemática occidental. Muchos son los vínculos, trayectos, relaciones y vías de acercamiento entre diferentes manifestaciones culturales del ser humano. Quizás esté todavía por realizar un verdadero estudio global del mapa entero de la ciencia del hombre entendida como totalidad, pero manteniendo las particularidades y peculiaridades propias de cada cultura; enriqueciendo el cúmulo del saber pero entretejiendo los lazos de una nueva interpretación de la cultura y la historia. El conocimiento generado a partir de la *filosofía y sociología de la ciencia* se puede convertir, de esta manera, en un elemento esencial que haga posible el acercamiento de posturas en un mundo demasiado fragmentado por elementos ideológicos, religiosos, dogmáticos y autoritarios.

Una ciencia libre de valores (avalorativa) ha sido uno de los componentes de las ciencias sociales en general, y de la antropología en particular, que más ha repercutido en la intelección de los criterios de validación de la ciencia y de sus teorías. Ha sido importante, en este aspecto, la distinción metodológica entre lo *emic* y lo *etic* al permitir acotar el campo y discernir categoría de apreciación cognitivas proyectables al conocimiento de las culturas. Para penetrar y conocer el comportamiento numérico de una determinada de ellas es necesario la «no-ingerencia conceptual» en los modos de intelección o emocionales de la realidad que resultan en cosmovisiones culturales. De aquí que, por ejemplo, antropólogos del siglo XIX encontrasen gran dificultad en explicar la Biblia a miembros de culturas que no son capaces de concebir determinados términos y símbolos ajenos a esa cultura.[26] Conceptos relacionados con la capacidad cognitiva de los individuos como es el de «genio» (intelectual) parecen pertenecer a nuestra cosmología (Weltanschauung). Así:

> «El distinguido antropólogo A. L. Kroeber define a los genios como "los indicadores de la realización de patrones coherentes de valor cultural"»[27].

La famosa frase del sofista Protágoras «El hombre es la medida de todas las cosas», nos indica que todo conocimiento ha de pasar indefectiblemente por nosotros y, que por ello, ha de ser interpretado, de una u otra manera, por nuestra conciencia (que como sabemos es una construcción social). Se establece una verdadera trama de relaciones entre la conciencia, la sociedad, la cultura y la historia (como proceso cultural dinámico) que se vincula con el hacer científico en un *continuum* espacio temporal de donde emergen las manifestaciones del saber. Este saber, todo discurso y desarrollo del pensamiento y de la conciencia científica, está de algún modo encerrado en sí mismo; es por lo tanto un lenguaje interno, el lenguaje del pensamiento.

[26] Vid, entre otros muchos trabajos donde aparecen estas cuestiones, la magnífica obra de C. Geertz *La interpretación de las culturas*. Gedisa, Barcelona, 1996.

[27] Leslie A. White. «El lugar de la realidad matemática: una referencia antropológica» p. 294, vl. 6. En: James R. Newman: *Sigma: el mundo de la matemática*. 6 vls. Grijalbo. Barcelona, 1985.

Toma forma a través del lenguaje natural o de los lenguajes «artificiales» de la lógica, de la matemática, etc. Por lo tanto, todo conocimiento no nos habla tanto del mundo exterior como de las relaciones operacionales intelectivas-gnoseológicas «interiores»; es decir, resulta, en las postrimerías, un juego formal de combinaciones encerradas en los límites de la conciencia. Hans Hahn, al respecto, comenta que nuestro pensamiento formal afecta al modo en que hablamos acerca del mundo y que este pensamiento formal sólo puede transformar tautológicamente a lo dado.

Se trata de saber si el pensamiento no formal, el pensamiento fáctico-empírico, propio de las ciencias naturales, aporta un conocimiento fiel de la realidad o, si por el contrario, es un pensamiento también encerrado en los límites de posibilidad de la conciencia. Parece ser que es así, ya que las conceptualizaciones técnico-simbólicas de las proposiciones científicas formuladas, por ejemplo, en forma de leyes, actúan también en forma interna. Es decir, resultan en una «interpretación» del mundo.

Cada conocimiento está mediatizado por el sujeto-conciencia que «conoce». Lo que hay que encontrar, de ser posible, es el «vínculo oculto» entre el mundo «real exterior» —datos de los sentidos, objetos físicos reales que se les supone «existencia»— y los datos interiores —estados— de la conciencia que forman la intelección de ese mundo.

El pensamiento requiere el concurso de esa supuesta realidad exterior que actúa como estímulo y catalizador —desencadenante— de la intelección, es decir, del pensamiento. Que el pensamiento tenga su *semiótica* interior —la lógica del modo de funcionamiento de este pensamiento— se deberá a cómo el cerebro interpreta los datos sensoriales del mundo exterior. Se realiza una estimulación sensorial operante en el sistema nervioso central (SNC), que activa el pensamiento en los cerebros.

La *mente*-cerebro recibe esos estímulos y los interpreta. Aquí hay varios componentes a considerar:

i) Mundo exterior independiente de la conciencia.

ii) Vínculo relacional mundo-*mente*-conciencia.

iii) El cerebro en sí que interpreta ese mundo y que es una constitución onto y filogenética dada por evolución. La conciencia es endocultural.

El carácter del *vínculo* depende de cómo sea ese mundo exterior y la arquitectónica estructural del cerebro. Con relación a este punto, y a lo apuntado con anterioridad, la epistemología del matemático francés René Thom[28], es reveladora: para él, todo conocimiento es, a la postre, no otra cosa que un *psicoanálisis*, es decir un *autoconocimiento.*

La distinción fundamental de las ciencias de Carnap es la que realiza entre ciencias formales (*Formalwissenschaften*) y ciencias reales (*Realwissenschaften*) o de contenido empírico. En relación con este punto, y a su consiguiente distinción entre juicios analíticos y juicios sintéticos y entre los conceptos de *a priori* y *a posteriori*, y en conexión con la *etnociencia*, hay que hacer una distinción, dentro de la metodología interpretativa de la historia, para el abordaje de las manifestaciones entre los dos grandes grupos de ciencia.

De esta forma, los análisis interpretativos de la matemática o de la física por parte del *antropólogo cultural*, habrá de considerar el *modus* interior de cada una de las específicas «esencialidades» de cada ciencia en particular. Así, por ejemplo, la interpretación histórico-social de la matemática con relación a su intento de explicación en conexión con los elementos sociales, culturales e históricos de su quehacer, se ha visto empañada por una falta de conocimientos amplios de las condiciones

[28] René Thom es el creador de la Teoría de las Catástrofes que inició con su libro *Estabilidad estructural y morfogénesis* publicado originalmente en Francia.

ambientales que hubieran podido propiciar su desencadenamiento como ciencia y su misma manifestación, desarrollo y evolución.

El «hermetismo» propio de esta ciencia, su encerrarse en los parámetros endógenos de su labor, no ha propiciado una intelección multirelacional de las posibles conexiones y vínculos ocultos de la matemática con el resto de los sistemas o subsistemas sociales. Esto no ha sucedido con la misma intensidad en lo que respecta a las ciencias fácticas, donde los vínculos posibles siempre han estado, quizás, más documentados.

El *Homo Sapiens Sapiens* es un tipo de organismo cuya característica principal consiste en ser un hacedor de cultura (el «animal cultural» según C. Paris). Es asombroso el caudal de conceptos y realizaciones culturales que el hombre ha creado para sí mismo: todo lo cultural es una creación de y para el hombre. ¿De dónde le viene esta necesidad de crearse una realidad para sí mismo? La realidad social, las ideas, la cultura, etc., son un *constructo* específicamente humano (*humán*[29] lo llama Jesús Mosterín). ¿Por qué el hombre crea la cultura y se construye todo un universo artificial a su alrededor donde se instala cómodamente?

El *Homo Sapiens Sapiens*, es algo más que un animal gracias al desarrollo de un cerebro extraordinariamente complejo. No puede ser meramente un animal que sigue sus instintos. Su «instinto» es precisamente éste: crear civilización, crear una cultura que es un mundo *artificial* donde su ser se manifiesta y se realiza. El instinto animal, en el hombre, es sustituido por la cultura. Pero el hombre crea «a su imagen y semejanza». No puede hacer otras realizaciones más que aquella a las que le determina su condición social. Las diversas formas culturales no son más que modificaciones infinitesimales de formas anteriores; modificaciones por innovaciones o por hastío y superación de formas y modos que han dejado de ser operantes, o que simplemente se han agotado. Es un trabajo de creación continua que se manifiesta con especial singularidad en el fenómeno que estudiamos: la creación de los números y de la matemática como ciencia de las ciencias (la «reina» de las ciencias que diría Gauss)[30]. La especie *Homo* sería una especie *especializada en la desespecialización*.

La misma *Humanidad* es un «genio colectivo» que crea el mundo a cada instante. Esta creación cultural está instalada en lo más profundo de los «instintos» humanos. Lo natural tiene su prolongación en lo cultural. El mismo hombre es una superación del animal que no es creador de cultura tal y como la entendemos nosotros. En realidad, toda obra de creación de cultura es, en términos absolutos, «falsa» ya que es una creación, una construcción del hombre y, por lo tanto, una forma de artificio en cuanto es algo que se autoimpone a sí mismo: un universo *simbólico* que se mueve entre el *nomos* y la *alienación* y que constituye el espacio de significación en donde nos situamos y actuamos.

Lo cultural es una convención tácita y una construcción. Si esto es así, ¿en qué sentido podemos hablar de una verdad física o matemática? ¿En qué sentido podemos decir que una obra de arte es «verdadera»? La cultura, la civilización, es una inmensa obra de arte; ¿podemos hablar entonces de verdades objetivas?. Es un universo autocreado por el hombre (*autopoiesis* antropomórfica): la ciencia, la filosofía, el arte..., el mismo cerebro —llegado cierto nivel— es una construcción de la cultura. Pero el cerebro humano, en su sentido biofísico, es también algo que estaba ahí con anterioridad; es el producto de una larga y azarosa evolución de millones de años. Es la idea anteriormente apuntada, de Thom de que cuando hacemos ciencia, conocimiento en general, lo que estamos en realidad haciendo es psicoanálisis.

[29] Vid J. Mosterín: *Filosofía de la cultura*. Alianza Universidad. Madrid, 1994.

[30] Para una percepción clara del papel de las ciencias en la cultura humana es fundamental la obra de John D. Bernal *Historia Social de la Ciencia*, 2 vls. Península. Barcelona, 1979.

Todo, entonces, se constituye en un inmenso «armazón conceptual». La cultura es en realidad algo muy similar a un *sistema formal;* donde los dogmas o creencias inamovibles (en un tiempo dado T_n) son los *axiomas* y donde se crean *proposiciones* que son los diversos asertos sobre el mundo, las cosmovisiones de una época y de un tiempo concreto, válidas únicamente para ese tiempo y lugar de la historia humana. ¿Y las *deducciones*? Son los sistemas de razonamiento: filosóficos, científicos..., que apuntalan y sostiene el edificio conceptual de cada época y que están *en* la conciencia de los individuos que la viven. Las mismas *definiciones* son también dogmas o pseudodogmas que «flotan» en una sociedad determinada.

La cultura como *sistema formal* estaría compuesta de muchos subsistemas formales cada uno con una arquitectura propia; con un conjunto de relaciones específicas entre sus componentes: la *ciencia*, el *lenguaje*, la *economía*, la *filosofía*, el *arte*, la *técnica*, la *ética*, la *política*,... son sistemas formales de comunicación, grandes *signos* en sí mismos —entendidos como totalidades— que comportan una *semiótica de la comunicación* y que mantiene vínculos estrechos entre ellos agregándose para realizar o constituir una cultura concreta. Podemos, luego, analizar cada uno de estos subsistemas y hacernos especialistas en ellos. Al hacerlo, lo que hacemos es incrementar el conocimiento que tenemos de nosotros mismos:

HOMBRE ⇒ CREACIÓN CULTURAL ⇒ ESTUDIO DE CADA CREACIÓN CULTURAL ⇒ VUELTA AL HOMBRE.

Toda la cultura humana emergería de la complejidad neuronal del cerebro humano. Al estudiar esas manifestaciones, realizamos, como hemos dicho, un autoconocimiento. Supone el descubrimiento de una «arqueología de la *mente*» tal y como indica el nombre de una reciente obra de Steven Mithen.

Las construcciones humanas, las culturas, son al tiempo que algo «falso», algo «verdadero y objetivo» ya que no hay manifestaciones culturales «fuera» del hombre. Las diferentes culturas —p.ej. indios americanos o escoceses— tienen ambos sentidos:

i) «*falsas*»: porque no suponen una verdad objetiva y absoluta independiente de su creación por el hombre.

ii) «*verdaderas*»: porque *es* la creación del hombre y fuera de ella no hay un principio de demarcación cognitiva que nos indique criterios de veracidad absoluta; por eso es «verdadera» para esa sociedad y esos individuos. La existencia de la *Walhalla* para los vikingos era una verdad absoluta; o la existencia de la *Virgen María* para un creyente católico también lo es. La creación cultural se cierra sobre sí misma.

En términos absolutos, todas estas creaciones culturales son «falsas». Lo único verdadero sería el mundo natural. Pero el hombre es también naturaleza, luego ésta se manifiesta en la creación cultural humana:

NATURALEZA ⇒ HOMBRE ⇒ CREACIÓN CULTURAL ⇒ VUELTA AL HOMBRE.

La relación constructiva entre lo social y la identidad personal ha sido analizada por Berger y Luckmann en su obra *La construcción social de la realidad*. Ello es significativo en el contexto de la matemática y en el de la ciencia en general. En este sentido, cabe subrayar la concepción que tiene Condillac sobre la construcción del «yo» que se realiza en las formas culturales. Lavoisier era un creador y como tal tuvo que romper con aquellos elementos transmitidos por la tradición histórica de la ciencia (en su caso la química) para ser capaz de producir una revolución científica. Todo creador tiene que hacerlo.

La *teoría del sensualismo* de Condillac es significativa en este contexto. Su hincapié en que la fuente de conocimiento son los sentidos lo sitúa en el ámbito de un *empirismo agnóstico* de tipo *idealista* ya que para Condillac, el conocimiento comporta siempre un elemento subjetivo. Para él la realidad se manifiesta como *signo* sin que seamos capaces de conocer la auténtica realidad que se esconde detrás del fenómeno aprehendido sensorialmente. Además, la filosofía del lenguaje de Condillac es absolutamente relevante para la interpretación de Lavoisier sobre el sentido de las palabras como transmisor de verdades «auténticas» contenidas en las cosas mismas; de las que la ciencia química ha de extraer una interpretación fidedigna; es decir un conocimiento fiel, isomórfico con esa realidad inaprehensible.

Todos los estados de conciencia de la mente, emociones, juicios, categorizaciones, sentimientos, intelecciones, etc., son manifestaciones elaboradas por el cerebro a partir de los datos de los sentidos: sin ellos es imposible toda intelección del mundo. Es más, desde un punto de vista de idealismo extremo, el mismo mundo no existe sin un individuo cognoscente. Yo no me adscribiría a esos extremos, pero lo que sí puedo decir, es que es evidente a la luz de muchas investigaciones actuales que la *mente* se articula en un *constructo* del mundo exterior en la medida en que lo simboliza.

Hay que considerar que la formalización no solo se da en estadios avanzados de abstracción científica o filosófica sino que la misma interpretación del mundo exterior supone selección y una forma inmediata de formalización. Este punto ha sido muy estudiado en la actualidad por las escuelas de *psicología cognitiva* donde los modelos matemáticos y físicos referidos a la forma en que el cerebro recibe e interpreta la realidad han revelado patrones estructurales recurrentes que a su vez han sido susceptibles de formalización por medio del aparato de la matemática o de la lógica[31].

Desde el punto de vista de la *psicología de la creación*, la necesidad de superación de los elementos del pasado ha sido uno de los temas más estudiados. Cuando se quiere crear algo en un campo determinado del saber es necesario ir más allá de lo conocido para atisbar lo desconocido.

La importancia y conexión entre ciencia y sociedad, en todos sus aspectos, se hace manifiesta en nuestra *civilización tecnológica*[32] construida sobre los pilares de las ciencias inductivas y deductivas. La deuda de la tecnología con la ciencia de base, de tipo más teórico, es indudable. Al tiempo, la *técnica* es el vínculo que enlaza la manifestación dinámica del hacer social en todas sus realizaciones al conectar el saber filosófico-científico con la *praxis* realizadora de una cultura deudora, a su vez, del conocimiento del mundo natural.

Hay una especie de convicción de que las ciencias sociales —que encuadra a la antropología como una de las disciplinas esenciales— junto con la ciencia es un elemento vertebrador de la cultura de nuestro tiempo. El conocimiento de tipo positivo, heredado de la concepción científica de A. Comte y con epígono en este siglo sustentado por las concepciones filosóficas del Círculo de Viena, el llamado Positivismo Lógico, se entreteje con el campo vivo, social, de la humanidad (en un aspecto histórico: la Ciencia como aventura humana) en una especie de nuevo humanismo renacentista que intenta superar un racionalismo exagerado atemperándolo con visiones e interpretaciones más propiamente «humanas». De aquí el concepto de «tercera cultura» y la importancia de las *ciencias ideográficas* o

---

[31] Al respecto resulta muy ilustrador el trabajo de Michael A. Arbib *Cerebros, máquinas, matemáticas*. Alianza Universidad. Madrid, 1976.

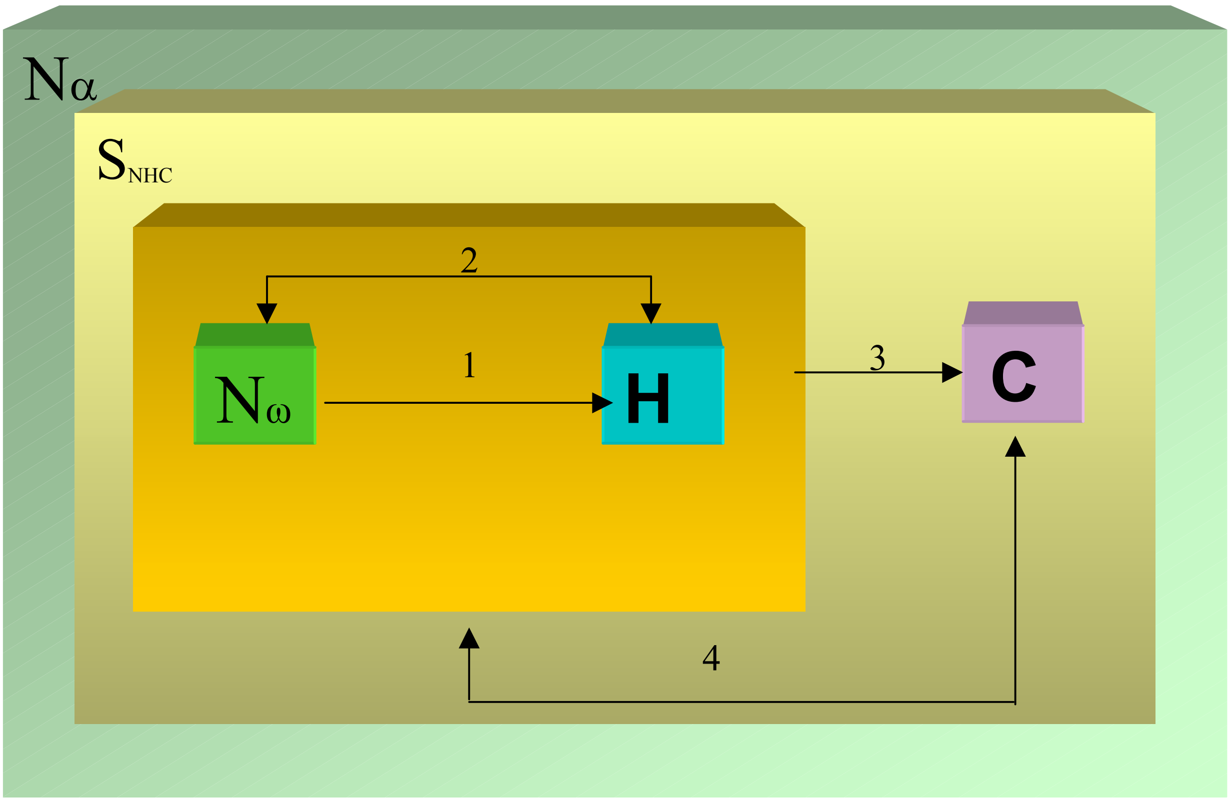
[32] Vid. La obra de Lewis Mumford *Técnica y Civilización*, 2 vls. Altaya. Barcelona, 1998.

interpretativas en la propia interpretación de las culturas y de los comportamientos humanos.[33]

La incorporación de las propias teorías de la ciencia, y de su historia, al conocimiento de lo específicamente humano ha ido creciendo cada vez más hasta el punto de que hoy en día las escuelas de las ciencias sociales de éxito y predicación tienen vínculos muy estrechos con muchos conceptos de la matemática, de la física, de la cosmología, de la biología, de la *paleoantropología,* entre otras ramas del saber humano. Baste echar una mirada a escuelas de pensamiento como el ya citado *Positivismo Lógico*, el *Análisis Filosófico*; la *Teoría de Sistemas*, las diversas corrientes de epistemología actual, etc., para darse cuenta de este estrecho lazo que une quehacer científico y antropología.

La teoría de sistemas de Bertalanffy se impuso décadas atrás como uno de los mayores logros en la interpretación holística y sistémica de la realidad en sus diferentes subsistemas integrados en un sistema global. En la página siguiente he configurado un «modelo general del sistema» que informa de los grandes subsistemas que estructuran la realidad:

Modelo General del Sistema



Nα : Naturaleza-Universo (El Universo-Cosmos es Naturaleza primigenia)
S_{NHC} : El Sistema Naturaleza-Hombre-Cultura
Nω: Naturaleza local. El sistema-planeta Tierra

[33] Vid. Al respecto la obra esencial de Wilhelm Dilthey *Introducción a las Ciencias del Espíritu: En la que se trata de fundamentar el estudio de la sociedad y de la historia*. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 1949.

H: Hombre
C: Cultura

Las flechas en el diagrama indican las relaciones causales R_1, R_2, R_3, R_4. Existen procesos unidireccionales y bidireccionales. Lo que determina o condiciona los modos o formas de las relaciones R_s.

Hay aspectos de causalidad y/o probabilidad causal social-histórica que están presentes u operativos en función de las condiciones circunstanciales de los individuos, grupos y el mismo sistema social. El proceso de retroacción causal/probabilístico/posibilista nos lleva a los orígenes de lo social, al elemento histórico-evolutivo de la sociedad de referencia. Como condición de posibilidad: la aparición en el escenario cósmico del *Homo Sapiens Sapiens* (estructura raciomorfa/organismo/morfología) en relación con el medio (Naturaleza: N_α y N_ω). Un elemento fundamental en el *Homo Sapiens Sapiens* es la constitución de su cerebro. En la Naturaleza, su constitución como materia/energía.

Fuente Propia: Victor Alarcón Viudes

Bibliografía

- ALEKSANDROV, A. et.al. *La Matemática: su contenido, métodos y significado (3vls.)* Alianza Universidad. Madrid. 1983.
- ALGARRA,P.S. *Álgebra de Boole, Lógica y Métodos de Demostración Matemática*. PPU. 1980.
- ANTISERI, D.- REALE, G. *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico (3 vls.).* Ed. Herder. Barcelona, 1992.
- ARANA, JUAN (ED.) «*La Filosofía de los Científicos*». Thémata. Revista de Filosofía, número 14. 1995.
- ARBIB, M.A. *Cerebros, Máquinas y Matemáticas*. Alianza Universidad, Madrid, 1976.
- ARISTÓTELES. *Tratado de Lógica (órganon)* Gredos. Madrid, 1982.
- ASHURST, F.G. *Fundadores de las Matemáticas Modernas*. Alianza Editorial, Madrid.
- ASIMOV. I. *Enciclopedia Biográfica de Ciencia y Tecnología*. Alianza Editorial, Madrid.
- AYER, A. J. *El Positivismo Lógico*. FCE. México, 1965.
- AYER, A. J. *Lenguaje, verdad y lógica*. Orbis, Barcelona, 1985.
- AYER, A. J. *Los problemas centrales de la Filosofía*. Alianza Universidad, Madrid, 1979.
- BACON, FRANCIS. *Novum Organun*. Orbis, Barcelona, 1984.
- BARROW, J. D*., La trama oculta del universo*. Crítica, Barcelona, 1996.
- BERTALANFFY, L. VON. *Teoría General de los Sistemas*. FCE. México, 1993.
- BERTALANFFY, L. VON. *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas*. Alianza Universidad. Madrid. 1986.
- BINNIG, G. *Desde la Nada. Sobre la creatividad de la naturaleza y del ser humano*. Círculo de Lectores, Barcelona.
- BOCHENSKI, I. M. *Los métodos actuales del Pensamiento*. Rialp, Madrid, 1985.
- BOURBAKI,N. *Elementos de Historia de las Matemáticas*. Alianza Universidad. Madrid.
- BRIGGS, J.- PEAT, F. D. *Espejo y Reflejo: del Caos al Orden*. Gedisa, Barcelona, 1994.
- BROGLIE, LOUIS DE. *Por los senderos de la ciencia*. Espasa Calpe. Madrid, 1963.

- BRUNO, GIORDANO. *Sobre el infinito universo y los mundos*. Orbis. Barcelona. 1983.
- BUCKLEY. W. *La sociología y la teoría moderna de sistemas*. Amorrortu. Buenos Aires 1993.
- BUNGE, M. *Epistemología*. Ariel, Barcelona, 1981.
- BUNGE, M. *La Ciencia: su método y su filosofía*. Siglo Veinte. Buenos Aires. 1997.
- BUNGE, M. *La Investigación Científica*. Ariel, Barcelona, 1989.
- BUSTOS, E. DE. et. al. *Perspectivas actuales de Lógica y filosofía de la ciencia*. Ed. Siglo XXI. Madrid, 1994.
- BYNUM, W. F. et. al. *Diccionario de Historia de la Ciencia*. Herder. Barcelona, 1986.
- CAMPEDELLI, L. *Fantasía y lógica en la Matemática*. Labor, Barcelona.
- CAÑON LOYES, C. *La matemática: creación y descubrimiento*. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid, 1993.
- CAPRA, F. *El punto crucial, Ciencia, sociedad y cultura naciente,* Barcelona, Integral, 1985.
- CARNAP, RUDOLF. *La construcción lógica del mundo*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1988.
- CASINI, P. *El Universo Máquina: orígenes de la filosofía newtoniana*. Martínez Roca.
- CHALMES, A. F. *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?* Siglo XXI, Madrid, 1993.
- CLARK. R. *Russell*. Salvat, Barcelona.
- CRUMP, Th. *La antropología de los números*. Alianza Universidad. Madrid, 1993.
- DAVIS, J.P. y HERSH, R. *Experiencia Matemática*. M.E.C.-Labor, Barcelona, 1988.
- DEAÑO A. *Introducción a la Lógica Formal*. Alianza Universidad Textos, Madrid, 1981.
- DEAÑO, A. *El resto no es silencio: escritos filosóficos*. Taurus, Madrid, 1983.
- DESCARTES, RENÉ. *Discurso del método//Reglas para la dirección de la mente*. Orbis, Barcelona, 1983.
- DEUTSCH, D. *La estructura de la realidad*. Anagrama, Barcelona, 1999.
- DIEUDONNÉ-R.THOM-MANDELBROT. et.al. *Pensar la Matemática*. Tusquets.
- DOU, A. F*undamentos de la Matemática*. Labor, Barcelona.
- DUCASSÉ, P. *Historia de las Técnicas*. Eudeba. Buenos Aires.1963.
- ECHEVERRÍA, J.- GÓMEZ PIN, V. *Límites de la Conciencia y el Matema*. Taurus, Madrid, 1983.
- ECHEVERRÍA. J. *Introducción a la Metodología de la Ciencia: la Filosofía de la Ciencia en el siglo XX*. Barcanova, Barcelona, 1989.
- ECHEVERRÍA. J. *Leibniz*. Barcanova.
- EINSTEIN, A. *Mis ideas y opiniones*. Antoni Bosch editor.
- EINSTEIN, A. et.al. *La Teoría de la Relatividad*. Alianza Universidad
- ESPINOSA, EMILIO LAMO DE., et. al., *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, Alianza Universidad Textos, Madrid, 1994.
- ESTANY, A. *Modelos de Cambio Científico*. Crítica, Barcelona, 1990.
- FABRO, CORNELIO., *Percepción y pensamiento*. Eunsa, Pamplona, 1978.
- FERNANDEZ-BUEY, F. *La Ilusión del Método*. Grijalbo. Siglo XXI, Madrid, 1985.
- FEYERABEND, P.K. *Contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Orbis, Barcelona, 1985.
- FREGE, G. *Escritos Lógico-Semánticos*. Tecnos. Madrid, 1974.
- FREIRE,P.M. *Lógica Matemática*. Biblioteca Matemática
- FRITZSCH, H. *Los Quarks, la materia prima de nuestro Universo*. Alianza Universidad, Madrid.
- GALTUNG, JOHAN. *Investigaciones teóricas. Sociedad y Cultura contemporáneas*. Tecnos-Instituto de Cultural Juan Gil-Albert. Madrid, 1995.

- GARDNER H. *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. FCE, México, 1995.
- GARRIDO, M. *Lógica Simbólica*. Tecnos.
- GELL-MANN, MURRAY. *El Quark y el Jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*. Tusquets Editores.
- GLEICK, J. *Caos: la creación de una Ciencia*. Seix Barral, Barcelona, 1994.
- GÓMEZ PIN, V. *El Infinito: en los confines de lo pensable*. Temas de Hoy, Madrid, 1990.
- GRATTAN-GUINNESS, I. *Del cálculo a la teoría de conjuntos, 1630-1910. Una introducción histórica*. Alianza Universidad. Madrid, 1984.
- HAMILTON,A.G. *Lógica para matemáticos*. Paraninfo.
- HAWKING, S.W. *Historia del Tiempo: del big bang a los agujeros negros*. Crítica.
- HAYLES, N.K. *La Evolución del Caos: el orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas.* Gedisa, Barcelona, 1993.
- HEIMS, J.S. *J.Von Neumann y N. Wiener (2 vls.).* Salvat.
- HEISENBERG, et. al. *Cuestiones Cuánticas: escritos místicos de los físicos más famosos del mundo* (editado por Ken Wilber). Ed. Kairós. Barcelona, 1987.
- HEISENBERG, W. *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*. Alianza Editorial, Madrid.
- HESSEN, J. *Tratado de Filosofía.* Ed. Sudamericana, Buenos Aires, 1970.
- HIRSCHBERGER, J. *Historia de la Filosofía (2vls.).* Herder, Barcelona, 1982.
- HIRSCHBERGER, J. *Historia de la Filosofía (2 vls.)* Herder.
- HOFFMANN, B. *Einstein.* Salvat.
- HOFFMANN, B. *La Relatividad y sus orígenes*. Labor.
- HOFSTADTER, D. R. *Gödel, Escher, Bach. Un Eterno y Grácil Bucle*. Tusquets, Barcelona, 1998.
- HOLTON, GERALT. *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*. Alianza Universidad
- HOROWITZ, I. L. *Historia y elementos de la Sociología del Conocimiento.* EUDEBA, Buenos Aires, 1974.
- HOSPERS, J. *Introducción al Análisis Filosófico*. Alianza Universidad Textos, Madrid, 1982.
- HUSSERL. E. *Investigaciones lógicas*. Alianza Universidad. Madrid, 1983.
- IFRAH. GEORGES. *Historia Universal de las Cifras: La Inteligencia de la Humanidad contada por los Números y el Cálculo*. Espasa Calpe. Madrid, 1997
- KANT, I. *Crítica de la Razón Pura.* Alfaguara, Madrid, 1983.
- KANT, I. *Principios metafísicos de las Ciencias naturales*. Reus.
- KLINE, M. *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días, III*. Alianza Universidad. Madrid.
- KLINE, M. *Matemáticas: la pérdida de la certidumbre*. Siglo XXI.
- KOLAKOWSKI, LESZEK. *La filosofía positivista*. Ed. Cátedra. Colección teorema. 1981.
- KUHN, T. S. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. FCE, México, 1971.
- LAKATOS, I. *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Universidad. Madrid, 1983.
- LAKATOS, I. *Matemáticas, ciencia y epistemología*. Alianza Universidad. Madrid, 1981.
- LAKATOS, I. *Pruebas y refutaciones: La lógica del descubrimiento matemático*. Alianza Universidad. Madrid, 1978.
- LAMBERT,K-BRITTAN.G. *Introducción a la Filosofía de la Ciencia*. Guadarrama.
- LAMO DE ESPINOSA et.al. *La Sociología del Conocimiento y de la Ciencia.* Alianza Universidad Textos. Madrid, 1994.
- LASZLO, ERVIN, *Evolución, la gran síntesis.* Espasa Calpe, Madrid, 1988.

- LEIBNIZ, G. W. *Monadología//Discurso de Metafísica//Profesión de fe del filósofo*. Orbis.
- LORENZ, E. N. *La Esencia del Caos*. Debate.
- LORENZ, K. WUKETITS, F. M. et.al. *La Evolución del Pensamiento*. Argos Vergara. Barcelona, 1984.
- LUHMANN, N. *Fin y Racionalidad en los Sistemas*. Editora Nacional, Madrid.
- LUJAN, J. L. *Estudios sobre Sociedad y Tecnología*. Anthropos, Barcelona, 1992.
- MANIN, Yu. L. *Lo Demostrable e Indemostrable*. Mir, Moscú, 1981.
- MANNHEIM, K. *Ideología y Utopía: introducción a la Sociología del Conocimiento*. FCE. México, 1993
- MARTÍN, M.A. et.al. *Iniciación al Caos*. Ed. Síntesis.
- MITHEN, S. *Arqueología de la mente. Orígenes del arte, de la religión y de la ciencia*. Crítica, Barcelona, 1998.
- MOLES, ABRAHAM. *La Creación Científica*. Taurus Comunicación
- MORA, FERRATER. *Diccionario de Filosofía (4vls.)* Alianza Editorial. Madrid
- MORIN, E. *El Método: la naturaleza de la Naturaleza*, Cátedra, Madrid, 1993.
- MOULTON, F. R. y SCIFFERES. J. J. *Autobiografía de la ciencia*. FCE. México, 1947.
- MUGUERZA, J. *La concepción Analítica de la Filosofía*, AUT, Madrid, 1981.
- MUMFORD, L. *Técnica y Civilización (2 vls.).* Altaya. Barcelona, 1998.
- NAGEL, E. NEWMAN, J. R. *El Teorema de Gödel*. Tecnos, Madrid.
- NEWMAN, JAMES R., *Sigma: el mundo de la matemática (6 vls.)*. Grijalbo. Barcelona, 1985.
- NEWTON, I. *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*. Tecnos, Madrid.
- PARÍS, CARLOS. *El animal cultural. Biología y cultura en la realidad humana*. Crítica, Barcelona, 1994.
- PASTOR, J. REY.- Babini, J. *Historia de la Matemática (2 vls.)* Gedisa.
- PENROSE, R. *La Nueva Mente del Emperador*. Mondadori. Madrid, 1991.
- PIAGET, J. *La psicología de la inteligencia*. Crítica, Barcelona, 1983.
- POINCARÉ, H. *El Valor de la Ciencia*. Espasa Calpe, Madrid.
- POPPER, K. R., *Conocimiento Objetivo*. Tecnos. Madrid, 1992.
- POPPER, K. R., *La lógica de la Investigación Científica*. Tecnos. Madrid, 1990.
- POPPER, K. R., y ECCLES, J. C., *El yo y su cerebro*. Labor, Barcelona, 1980.
- POUNDSTONE, W. *El dilema del prisionero*. Alianza Editorial
- PRIGOGINE, I. *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del Caos al Orden*. Tusquets, Barcelona, 1993.
- QUINE, W. V. O. *Desde un punto de vista lógico*. Ariel.
- REEVES HUBERT. *Últimas noticias del Cosmos*. Alianza Universidad.
- REICHENBACH, H. *El sentido del Tiempo*. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 1988.
- REID, R. *Marie Curie*. Salvat.
- REMMLING, G. W., *Hacia la Sociología del Conocimiento*, FCE, México, 1982.
- RIOS, SIXTO et al. *Julio Rey Pastor, matemático*. Instituto de España. Colección Cultura y Ciencia
- ROSE, S. *Ciencia y Sociedad*. Tiempo Nuevo, Venezuela, 1972.
- RUSSEL, B. *El Conocimiento Humano*. Taurus.
- RUSSEL, B. *Fundamentos de Filosofía.* Plaza & Janes, Barcelona.
- RUSSELL, B. *Los principios de la matemática*. Espasa Calpe. Madrid, 1977.
- SÁNCHEZ, J. A. *Diccionario de Forjadores de la Ciencia*. Rioduero.
- SCHELER, MAX, *Sociología del Saber*, Revista de Occidente, Madrid, 1935.
- SERRES, M. *Historia de las Ciencias*. Cátedra. Madrid, 1991.
- SINGH, J. *Teorías de la Cosmología moderna*. Alianza Universidad, Madrid.

- SINGLETON R. R. Y TYNDALL. *Introducción a la Teoría de Juegos y a la Programación Lineal*. Ed. Labor.
- STEGMÜLLER. W., *Estructura y Dinámica de Teorías*. Ariel. Barcelona, 1983.
- STEWART, IAN. *¿Juega Dios a los dados? La nueva matemática del Caos*. Grijalbo-Mondadori.
- STÖRIG, H. J. *Historia Universal de la Filosofía*. Tecnos, Madrid, 1995.
- SUPPE, F., *La Estructura de las Teorías Científicas*. Editora Nacional, Madrid, 1979.
- TARNAS, R. *La pasión del pensamiento occidental. Para la comprensión de las ideas que modelaron nuestra cosmovisión*. Prensa Ibérica. Barcelona, 1997.
- TARSKI,,A. *Introducción a la Lógica y a la Metodología de las Ciencias Deductivas*. Espasa Calpe, Madrid.
- TAYLOR, J.G. *La Nueva Física*. Alianza Universidad, Madrid.
- THORNE, K.S. *Agujeros Negros y Tiempo Curvo.* Crítica.
- URSUA, N. *Cerebro y Conocimiento: un enfoque evolucionista*. Anthropos.
- VV.AA.*"Sociología de la Ciencia"* nº monográfico 4 (coordinado por Tertesa González de la Fe). Revista Internacional de Sociología. Instituto de Estudios Sociales Avanzados. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- VV.AA. *Grandes Matemáticos*. Investigación y Ciencia. Temas 1. Prensa Científica, S.A.
- VV.AA.*"Karl Mannheim".* nº monográfico 62 (coordinado por Emilio Lamo de Espinosa). Revista Española de Investigaciones Sociológicas. Centro de Investigaciones Sociológicas
- VV.AA. *Teoría, Historia y Fundamentos de las Ciencias Formales*". Tomo A. "*Teoría, Historia y Fundamentos de las Ciencias Naturales, Humanas y Sociales".* Tomo B en THEORIA, (nº especial 16, 17, 18,y nº 21). Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia. Universidad del País Vasco
- VV.AA: Revistas de *"Investigación y Ciencia" y "Mundo Científico".*
- VV.AA: *Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Anuario 1996*. Ediciones El País.
- VVAA.*,"Karl Mannheim".* nº monográfico 62 (coordinado por Emilio Lamo de Espinosa). En: Revista Española de Investigaciones Sociológicas. Centro de Investigaciones Sociológicas. Madrid.
- VVAA., *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Eudeba, Argentina, 1974.
- WARTOFSKY, M.W. *Introducción a la Filosofía de la Ciencia*. Alianza Universidad Textos, Madrid.
- WEINBERG, S. *Los tres primeros minutos del Universo.* Alianza Universidad, Madrid.
- WHITE, M.- GRIBBIN, J. *Stephen Hawking*. Salvat.
- WILBER, K. *Cuestiones Cuánticas*. Kairós.
- WITTGENSTEIN, L. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Alianza Universidad, Madrid, 1981.
- WITTGENSTEIN. L. *Observaciones sobre los Fundamentos de la Matemática*. Alianza Universidad; Madrid.
- WITTGENSTEIN. L. *Gramática Filosófica*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1992. Especialmente pp. 475 ss.; 567 ss (Fundamentos de la matemática); 707 ss.)
- WOODCOCK, A.-DAVIS. M. *Teoría de las Catástrofes*. Cátedra.
- YÚFERA, E. P. *Introducción a la Investigación Científica y Tecnológica*. Alianza Universidad, Madrid .