

EL PROCEDIMIENTO CIENTÍFICO: LOS LENGUAJES DE LA RAZÓN

Catherine Bréchnignac ¹

RESUMEN:

El propósito de esta reflexión no es el de realizar la síntesis de los conocimientos científicos de hoy en día, pero más bien de observar como los « científicos » construyeron a través de los siglos los lenguajes de la razón, lenguajes rigurosos que les permiten comprender los mecanismos que rigen la materia.

Desde hace ya varios milenios los Hombres han acumulado conocimientos para comprender, protegerse, cuidarse o intentar modificar su entorno. Lo hicieron, a través del tiempo, por medio de observaciones, de teorías para explicar las observaciones, de experimentos para verificar las teorías, de creaciones. Es el procedimiento científico.

PALABRAS CLAVE:

Ciencia, Investigación, Conocimiento, Procedimiento Científico, Método Científico.

ABSTRACT:

This reflection doesn't aim to synthesize the whole contemporary scientific knowledge but rather to study how the "scientists" built through the centuries the languages of reason, rigorous languages that allowed them to understand the mechanisms that govern matter.

Men have cumulated knowledge through thousands of years, trying to protect, take care or modify their environment. They did it in time, through observation, theories to explain those observations, experiments to verify the theories, through creation. That is the scientific process.

DESCRIPTORS:

Science, Research, Knowledge, Scientific Process, Scientific method.

SUMARIO:

- I.- Nacimiento del procedimiento científico
- II. El procedimiento científico lenguaje de la razón
- III. El procedimiento científico y el éxito del determinismo
- IV. El procedimiento científico más allá del determinismo

¹ Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences – Institut de France.
Embajadora francesa delegada a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

I. NACIMIENTO DEL PROCEDIMIENTO CIENTÍFICO

La observación del cielo y las matemáticas constituyeron la cuna del conocimiento científico. Los orígenes de la astronomía remontan más allá de la Antigüedad. La piedra encontrada el 15 de agosto del 2006 al noroeste de China muestra una representación de la Osa Mayor que los chinos llaman “cajón” que fue hecha hace 10 000 años aproximadamente. Es la prueba que el Hombre estaba interesado por el cielo desde hacía ya mucho tiempo. Con la aparición de la escritura, las observaciones astronómicas serán anotadas cuidadosamente y esto en los cuatro focos de civilizaciones que eran Mesopotamia, Egipto, China y lo que llamamos hoy en día México. El conocimiento, tanto en astronomía como en matemáticas, tenía fines utilitarios como la medida del tiempo y la contabilidad en la vida cotidiana. El jesuita Joseph de Mailla afirma que en los alrededores de los años 2850 antes de nuestra era, el astrónomo Fu-Hi le daba a los chinos las herramientas para calcular los eclipses y medir el tiempo a través de un sistema sexagesimal utilizado también por los babilónicos, del que hemos heredado los 60 segundos en un minuto y los 60 minutos en una hora. En esta época que marca el inicio de la Historia y que nos transmitió calendarios de gran precisión, ninguna civilización buscaba aún el por qué de los fenómenos celestes observados.

La gran novedad vino de la Grecia Antigua, cuando las matemáticas se apartaron de lo utilitario para volverse conceptuales y que surgió la filosofía. Con Tales, el principio de explicación de los fenómenos observados ya no era trascendental pero real. Las leyes eran dictadas por la naturaleza y surgirán teorías racionales en las que las matemáticas, que eran dominantes, procuraban explicaciones numéricas o geométricas; Pitágoras descubrió en los años 500 antes de nuestra era una relación numérica entre las oscilaciones de las cuerdas de la lira, primera matematización de la música. No obstante,

algunas discusiones filosóficas llevaban a paradojas de las cuales Zenón de Elea fue el portavoz. El muy famoso sobre Aquiles y la tortuga, con relación al tiempo. Aquiles corre más rápido que la tortuga pero si ésta parte con algunos metros de ventaja sobre él, éste no podrá alcanzarla jamás ya que cuando llegue al punto de partida, la tortuga ya estará más lejos. De este modo, razonando por iteraciones sucesivas, Aquiles no alcanzará a la tortuga. No obstante, la experiencia muestra que ese no es el caso, de ahí la paradoja. Este razonamiento, basado en la dicotomía del tiempo, no es propicio para describir movimientos continuos. Fueron las premisas del procedimiento científico.

Habrá que esperar todavía casi 2000 años para ver aparecer el “procedimiento científico” en el sentido en el que lo entendemos hoy en día. Este nació en Europa durante el siglo XVI y siempre bajo el binomio Astronomía-Matemáticas.

Desde la Antigüedad se tenía conciencia que la tierra era redonda pero a excepción de Aristarco de Samos en el siglo III antes de nuestra era, se le colocaba fija al centro del universo, siguiendo la representación de Aristóteles. El cambio de paradigma vino de la observación del movimiento de los planetas, vocablo que significa en griego *astros errantes*. En efecto, para un observador terrestre del movimiento de los planetas en el cielo parecería que avanzan, se detienen y regresan en sentido inverso, en un movimiento llamado retrógrado. Para describir el movimiento de Mercurio, los astrónomos del mundo árabe que trabajaban en el observatorio de Maragha construido en el año 1259 habían adoptado un modelo heliocéntrico. Copérnico, médico, matemático, astrónomo retomó esta idea y propuso en los años 1510 un modelo en el cual el Sol estaba fijo al centro del universo y cada planeta describía una trayectoria circular alrededor de él. Pero este modelo quedará secreto y sólo resurgirá con Galileo, que tras noches de observación del cielo con un lente que modificó para que pueda

agrandar de 6 a 30, puso en evidencia los satélites de Júpiter e hizo suya la teoría de Copérnico.

Pero Galileo era antes que nada un físico. Estaba interesado por la caída de los cuerpos. El utilizará entonces un plano inclinado, una máquina simple utilizada desde la época Antigua para alzar objetos pesados, y establecerá la relación entre el tiempo y la distancia de un cuerpo que se desliza sobre un plano inclinado. El afirma en *El Ensayador*, publicado en el año 1623, que el libro de la naturaleza está escrito en “lenguaje matemático”.

El procedimiento científico en el sentido de la confrontación de teoría y experiencia había nacido y se convirtió en uno de los métodos poderosos que hizo progresar el conocimiento. Se extendió al mundo entero.

II.- EL PROCEDIMIENTO CIENTÍFICO LENGUAJE DE LA RAZÓN

El procedimiento científico es un procedimiento de pensamiento. En la época en la que Cristóbal Colón, que sabía que la tierra era una esfera y quería experimentar la ruta de las Indias por el Oeste, o que Copérnico escribía su teoría heliocéntrica, su contemporáneo Leonardo da Vinci, que tenía por lema “obstinación y rigor”, decía : “hay que contemplar, hay que pensar. Quien piensa poco se equivoca mucho”.

El pensamiento es indisoluble del lenguaje y lo escrito ayuda a fijar el pensamiento. Podemos plantearnos la pregunta de por qué las civilizaciones Olmecas y Maya que poblaban antes de nuestra era una parte del planeta al igual que la civilización china que poblaba la otra parte, cuyo pensamiento, ampliamente manifestado por su cultura es rico y original, no engendraron, con las mismas observaciones que las que hicieron siglos más tarde los europeos, el procedimiento científico? Si esta pregunta queda sin respuesta, es claro que las

formas lingüísticas de las lenguas chinas o mayas basadas en ideogramas son muy diferentes de las lenguas alfabéticas, más abstractas y lineales, que transcriben las palabras por una combinación de letras y las ideas por un conjunto de palabras. La lengua china, por ejemplo, no es el logo y el pensamiento chino es más un pensamiento global que un pensamiento analítico. Ahora bien, el procedimiento científico, en cuanto a él es un procedimiento de investigación que recurre en primer lugar al análisis.

Mientras que Galileo establecía las leyes de la inercia, Descartes, que quería romper con los interminables razonamientos por silogismos que se enseñaban en su época y a la vez cuestionar los conceptos existentes instaurará las reglas de la razón que enunciará en su Discurso del método, en el año 1637 a fin de evitar toda subjetividad.

- Dividir cada una de las dificultades a fin de examinarlas mejor y resolverlas.
- Establecer un orden de pensamientos, comenzando por los objetos más simples hasta los más complejos y así recordarlos todos y en orden.
- Pasar todas las cosas en revista a fin de no omitir nada.

El discurso servía de introducción a tres tratados científicos: la *Dióptrica*, *Los Meteoros* y *La Geometría* que ponían en aplicación su método. Es así como clarificó las leyes de la óptica geométrica, leyes que ya habían sido mencionadas por Ibn Sahl en el año 987 para explicar cómo los espejos curvos y los lentes podían enfocar la luz en un punto.

Leibniz retomará la lógica de Descartes pero irá aún más lejos en el lenguaje matemático del pensamiento. Dirá también que los progresos dados por las matemáticas gracias a él, el cálculo infinitesimal,

proviene sólo del hecho que él supo encontrar símbolos propicios para representar las cantidades y sus relaciones.

III.- EL PROCEDIMIENTO CIENTÍFICO Y EL ÉXITO DEL DETERMINISMO

Observar, acumular datos, hacer síntesis, crear lenguajes y establecer leyes para explicar los hechos experimentales, todo eso buscando a la vez si no existe alguna excepción que contradiga la regla es, desde fines del siglo XVI el método que permite aumentar nuestros conocimientos y que, extendiendo el perímetro experimental de sus aplicaciones, nos permiten abordar el mundo que nos rodea de manera conceptual y sintética. Esto presenta la ventaja de minimizar el lugar que ocuparía la memorización de una gran cantidad de conocimientos en nuestras mentes.

Fue también el caso de la gravitación universal. Comenzando por Galileo que se interesaba en la caída libre de los cuerpos, y después Kepler que, convencido de la exactitud de la teoría copernicana, establecerá las leyes de los aires para explicar el movimiento de los planetas y escribirá: *“una cosa es segura, del sol emana una fuerza que atrapa al planeta”*. Será Isaac Newton el que hará la síntesis. El muestra que la caída de un cuerpo, simbolizado por la manzana, sobre la tierra y el movimiento de los astros son causados por la misma fuerza: la gravedad, unificando así la mecánica terrestre y la mecánica celeste. El enuncia esta ley, ley universal de la gravitación, matemáticamente. Esta fuerza es proporcional a las masas e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia.

Más tarde, Charles Coulomb, enunciará, en conclusión a las mediciones que había efectuado por medio de su balanza de torsión que era extraordinariamente sensible, que las fuerzas desarrolladas por las cargas eléctricas y magnéticas siguen la misma ley que la de la atracción gravitacional. Estas son inversamente proporcionales al

cuadrado de su distancia. En 1861 James Maxwell inventará el concepto de “campo” que es en cada punto un potencial de fuerzas. “El campo, decía, crea un lienzo que ocupa el cielo”. Su efecto puede ser gravitacional cuando esta fuerza está ligada a la Tierra, eléctrico alrededor de una carga o magnético alrededor de la corriente eléctrica. Esta idea de campo no era nueva puesto que ya existía en la época de Newton pero aún no era considerada como una técnica matemática que servía para calcular las fuerzas que actuaban sobre un cuerpo. Maxwell vio ahí una realidad y podemos relacionar este concepto de campo imaginado por él con nuestra “web” de hoy en día. En el año 1864 él escribirá los fundamentos del electromagnetismo bajo la forma de ecuaciones que acoplaban los campos eléctrico y magnético.

No obstante, estas ecuaciones contienen una gran dificultad que sólo será superada por un procedimiento científico llevado al extremo. Estas contienen la existencia de ondas electromagnéticas que se propagan a una velocidad que no puede exceder una velocidad límite. Pero un tal límite no existe en la ley de composición de las velocidades entre dos cuerpos en movimiento uno en relación con el otro en la mecánica newtoniana. El dilema se plantea. O bien las ecuaciones de Maxwell son una aproximación en los referenciales de Galileo en movimiento lento en relación a esta velocidad límite, o bien las ecuaciones de Maxwell son rigurosas en todos los referenciales pero la noción de espacio y de tiempo debe de ser replanteada. Esta noción fue simbolizada poco más de un siglo más tarde por Dalí, en su célebre pintura “los relojes blandos”. Esta interrogante del espacio tiempo es un caso típico ya que la interrogante planteada es binaria y el procedimiento científico es perfectamente adaptado. No obstante, el cambio de paradigma era tan importante en la segunda hipótesis que fue inmediatamente descartada y se adoptó la primera. Pero había que encontrar verificaciones experimentales para confirmar o invalidar la hipótesis. La solución fue en un primer momento teórica. Al inicio del siglo siguiente, Poincaré en su libro *La ciencia y la hipótesis* publicado

en el año 1902 escribió: “no hay espacio absoluto, no hay tiempo absoluto de manera que no podemos ni tenemos manera de discernir si estamos o no, siendo llevados en tal movimiento”. En el año 1905, en su artículo sobre “la electrodinámica de los cuerpos en movimiento” Einstein opta por la hipótesis que la velocidad límite es una constante universal independiente del referencial. Entraba de lleno en la relatividad.

Si la teoría de la relatividad es profundamente lógica, paradójicamente desafía el sentido común: el tiempo no es absoluto, puede dilatarse; las dimensiones del espacio no son constantes y pueden ser deformadas. Por esto, dado que el tiempo no es absoluto y que el espacio puede deformarse nuestro universo no es en tres dimensiones pero más bien en cuatro: las tres que componen el espacio y la del tiempo.

Con Einstein, la atracción universal descrita por Newton se convierte en una aproximación de una teoría más general que vincula inercia y gravitación, en la cual la gravitación deja de ser considerada como una fuerza, causa de una aceleración, pero como una deformación del espacio-tiempo, donde un rayo luminoso es desviado como a través de un lente.

El carácter contra intuitivo de la relatividad existe a pesar del hecho que numerosas experiencias han mostrado sus efectos tangibles.

La primera confirmación de la teoría de la relatividad general fue realizada por Sir Arthur Eddington. Durante el eclipse total de sol del 29 de Mayo de 1919 que permitía no ser cegado por la luz, Eddington observa la luz emitida por una estrella cuya posición es cercana al eje tierra-sol. Según la relatividad general la luz emitida por la estrella es ligeramente desviada por la acción de la gravitación ejercida por la masa del Sol. Esta debería aparecer en una posición ligeramente más

alejada del sol. Eddington tomó gran cantidad de fotografías de las regiones situadas alrededor del Sol. La meteorología era mala y las placas fotográficas de mala calidad y difíciles de medir. Sin embargo, él anotó en su carnet: « *...una placa que he medido ha dado resultados de acuerdo con Einstein* ». Eddington y Einstein continuaron siendo amigos. En el sistema solar, las velocidades de los cuerpos son muy pequeñas en relación a la velocidad de la luz y el campo de gravitación es débil y en la mayoría de casos la aproximación newtoniana es suficiente. Pero si queremos mejorar la precisión de nuestro GPS es necesario utilizar la teoría de la relatividad. Nuestra posición en la tierra está determinada gracias a 24 satélites situados a 20.200 km de la tierra. La velocidad de 3 satélites de los cuales se sirve nuestro GPS es de 3870 ms^{-1} . Esta velocidad es suficiente para hacer aparecer una dilatación significativa del tiempo a bordo del satélite en relación al tiempo de observación en la tierra. Al cabo de 24h obtenemos un retraso del reloj del satélite respecto al de la tierra de $6,9\mu\text{s}$, ello conlleva, si no lo tomamos en cuenta, a un error de 2 metros por minuto en la posición que nos indica el GPS.

Pero el científico no queda satisfecho de las consecuencias de una teoría incluso si ningún otro pone en duda la teoría. Así mismo, él busca detectar directamente la deformación del espacio durante el pasaje de una onda gravitacional. Es el objeto de investigaciones llevadas a cabo sobre los grandes instrumentos internacionales constituidos por los interferómetros VIRGO, en Italia y LIGO en Estados Unidos.

En este conocimiento del mundo físico construido a partir de nuestro entorno particular en la Tierra, las teorías sucesivas encajan unas con otras a medida que nosotros nos alejamos de nuestro entorno natural. Son aproximaciones sucesivas de teorías cada vez más generales. Sin embargo, el estado actual de nuestros conocimientos hace que los conceptos abordados nos alejen de lo tangible. Más nos alejamos de lo

tangible más los conceptos deben ser elaborados con un procedimiento científico que establezca que ninguna observación debe invalidar la ley que la rige; si no es así, habría que crear un paradigma más universal para definir una nueva ley, respecto a la cual, la precedente sería una aproximación. Este procedimiento es definitivamente determinista.

El procedimiento científico actualizado por la física le permitió también a la química de convertirse en lo que llamamos una ciencia exacta. Será Lavoisier en *Método de nomenclatura química* publicado en el año 1787 quien, frente al número de sustancias conocidas que no dejan de aumentar, racionalizará su denominación y empleará un modo de escritura constituido de símbolos estableciendo de esta manera la carta fundadora de la química. Este último comienza así su « *Tratado elemental de química* » publicado en 1789: « *pero trabajando en ello vi mejor que nunca la evidencia de los principios, establecidos en la lógica y otras obras del Abad de Condillac. Establece que pensamos con el auxilio de las palabras; que las lenguas son verdaderos métodos analíticos; que el álgebra, la más sencilla, exacta y más propicia en el modo de expresar las cosas, es al mismo tiempo una lengua y un método analítico, y en fin, que el arte de razonar no es otra cosa que una lengua bien formada* ». Volvemos a ver la importancia del lenguaje analítico. Lavoisier, siguiendo las prescripciones de Descartes dirá:

« *me he impuesto la ley de no pasar nunca más que de lo conocido a lo desconocido, de no deducir ninguna consecuencia que no se derive inmediatamente de las experiencias y observaciones, y de encadenar los hechos y verdades químicas en el orden más apropiado que facilite la comprensión a los principiantes... esta ley rigurosa que no debo transgredir, de no deducir nada más allá de lo que las experiencias muestren, de no suplir nunca lo que los hechos silencien, no me ha permitido incluir en esta obra aquella parte de la química más*

susceptible quizás de llegar a ser un día una ciencia exacta: la que trata de las afinidades químicas. »

Será Dimitri Ivanovitch Mendeleïev, un maniático del orden, quien escribirá el alfabeto de la química con la clasificación periódica, explicando así las afinidades químicas. El 6 de marzo de 1869 Mendeleïev presentará a la sociedad rusa de química un proyecto de clasificación periódica a base de líneas y columnas; los símbolos de los elementos químicos se inscriben sobre una línea en función de su masa saltando una línea a fin que los elementos que tengan propiedades similares puedan inscribirse en las columnas. El dejaba cuadros vacíos para los elementos aún desconocidos en la época que fueron completados posteriormente en la medida en que se descubrían los elementos correspondientes. La reactividad química dejaba de ser empírica para entrar en la lógica determinista.

Siguiendo esta idea, Claude Bernard, considerado el fundador de la fisiología moderna dirá en su célebre obra *Introducción al estudio de la medicina experimental* «*El sabio completo es el que abraza a la vez la teoría y la práctica experimental: 1° comprueba un hecho, 2° a propósito de este hecho nace en su espíritu una idea, 3° en vista de esta idea, razona, instituye una experiencia, imagina y realiza las condiciones materiales de ella, 4° de esta experiencia resultan nuevos fenómenos que es preciso observar y así sucesivamente... El que duda es el verdadero sabio; no duda más que de sí mismo y de sus interpretaciones, pero cree en la Ciencia y admite también en las ciencias experimentales un criterio o principio científico absoluto. Este principio es el de determinismo de los fenómenos, que es absoluto, tanto para los cuerpos vivientes como para los inanimados*».

Este procedimiento fue caricaturizado posteriormente bajo las siglas OHERIC (Observación, Hipótesis, Experiencia, Resultados, Interpretación, Conclusión) como la sucesión de etapas de un modelo

idealizado de procedimiento científico. Esto no impidió que fuera extremadamente útil para hacer avanzar los conocimientos en ciencias de la vida, cuyo alfabeto ha sido descifrado con la secuenciación del genoma y los primeros acercamientos con la biología molecular. Claude Bernard representó para esta disciplina lo que representaron en su tiempo Lavoisier para la química y Descartes para la física. El procedimiento científico se mantuvo determinista hasta el final del siglo XX.

La pintura que Dufy realizó para la exposición universal de 1937 relata esta epopeya científica extraordinaria.

IV.- EL PROCEDIMIENTO CIENTÍFICO MÁS ALLÁ DEL DETERMINISMO

Sin embargo, el procedimiento científico en el sentido determinista tiene también sus límites.

En el estado actual de conocimientos podemos distinguir dos límites. El primero proviene del hecho que existen observaciones que ninguna ley determinista podrá jamás explicar puesto que, por esencia, las causas de estas observaciones o parte de ellas son aleatorias. El segundo proviene de observaciones hechas sobre sistemas complejos constituidos de sub-conjuntos imbricados. La imbricación entre las diferentes partes del sistema puede generar o bien efectos colectivos que cortocircuitan los efectos individuales de diversos componentes, o bien una dinámica divergente que podrá en ciertos casos provocar el caos. En el caso de sistemas complejos la comprensión de las partes consideradas separadamente informa raramente sobre el comportamiento del sistema.

A principios del siglo XX, con el fin de tratar de responder interrogantes que la física clásica fracasaba en responder, como por ejemplo el

efecto fotoeléctrico o la puesta en evidencia de líneas espectrales etc... emergió el campo extraordinario de la mecánica cuántica. Su aspecto probabilista y el principio de incertidumbre de Heisenberg que afirma que no se puede conocer exactamente la velocidad y la posición de una partícula cuántica, por ejemplo, sembraron la duda en el procedimiento científico determinista utilizado hasta aquella fecha.

La idea de las teorías probabilistas es, sin embargo, antigua y proviene de los juegos de azar. El matemático italiano Luca Pacioli la evoca.

El ejemplo considerado por Luca Pacioli fue aquel de 2 equipos apostando cada uno 11 ducados, en una partida de 60 puntos. La partida es interrumpida cuando un equipo ya había marcado 50 puntos y el otro 30 puntos: para ser justos ¿que suma debe recuperar cada equipo? ¿La suma debe de ser repartida proporcionalmente a las ganancias? ¿Proporcionalmente a las pérdidas? ¿O debe respaldarse en un razonamiento matemático? Será Pascal quien un siglo y medio más tarde dará la solución matemática. Así mismo, será Christiaan Huygens quien en el año 1667 escribirá el primer tratado de probabilidades.

Actualmente las probabilidades constituyen un campo integral de las matemáticas, basadas en torno a un lenguaje propio. Son una herramienta indispensable desde el momento en que una de las variables del experimento presenta un carácter aleatorio. Sin embargo, si bien podemos describir todos los resultados posibles antes de la experiencia, como en el caso simple del jugador de dados, por ejemplo, no es posible prever con certeza el resultado de la experiencia.

Si bien el razonamiento probabilista no es menos riguroso y es tan útil como el razonamiento determinista, la dificultad proviene del hecho que podemos de manera mucho más fácil hacer entrar la subjetividad en el primer caso y no en un razonamiento determinista.

Es así como transpuesto a otros sectores como la toma de decisiones por ejemplo, el razonamiento probabilista otorga gran importancia a la subjetividad de cada uno. Desde este enfoque, suponemos que la previsión de que un evento se produzca es asimilada a una medida que expresa el grado de certeza que un individuo le atribuye, basándose en sus propias experiencias, su juicio, sus sentimientos,...

Otro límite del procedimiento científico determinista reside en la comprensión de los sistemas complejos. Intuitivamente, un sistema es complejo cuando está compuesto por numerosas ramificaciones. Contrariamente a lo que afirmaba Descartes en el *Discurso del método*.

“Dividir cada una de las dificultades con el fin de examinarlas mejor”, en un sistema complejo el todo no es la suma de las partes y el conocimiento de las partes no es muchas veces suficiente para conocer las propiedades del todo, a veces no es ni siquiera necesario. Tanto en los sistemas inertes, como en los sistemas vivientes, la complejidad se abre paso por etapas. Por ejemplo, son necesarios cerca de diez átomos metálicos para que se construya una resonancia colectiva de electrones. Las células del músculo cardíaco cultivadas en una caja de Pétri se contraen de manera sincronizada cuando su número se acerca al centenar de células.

Los millares de neuronas que componen nuestro cerebro y que no tienen inteligencia individualmente crean esta última acoplándose. Otro ejemplo es el de la metagenómica o aún la genómica de las comunidades. La metagenómica de un conjunto de comunidades de organismos que refiere al conjunto de secuencias de ADN extraídas de estas comunidades indica que están generalmente compuestas de organismos no cultivables solos.

A este nivel de complejidad podemos plantear la pregunta si no habría entonces que crear un nuevo lenguaje, más compacto que un lenguaje cuya escritura lineal no es apta a las propiedades emergentes del sistema complejo? Tal vez nuestros amigos chinos que tienen, gracias a su lenguaje, un pensamiento más globalizado que los occidentales podrían aportar sus luces en este tema.

En conclusión: el procedimiento científico es una herramienta que el Hombre moldea para adaptarlo a las interrogantes que se plantea, tal como moldea el resto de sus herramientas para resolver problemas técnicos que mejoran sus condiciones de vida. El procedimiento científico no es entonces fijo pero en constante evolución en función de nuestras necesidades. Puede ser determinista, probabilista o global después del análisis de la interrogante planteada. No obstante, en ningún caso puede dejar lugar a un lenguaje aproximativo, pobre y sin construcción. Por el contrario, tiene que construir lenguas ricas y precisas, de manera que el pensamiento humano sea más inteligible.

