

# SIMIENTES DE LA REALIDAD

Enfoques científico, filosófico y mítico.

"El hecho científico se conquista,  
se construye y se comprueba".  
- conquista sobre los prejuicios,  
- construye mediante la razón,  
- comprueba con los hechos.

*Gastón Bachelard*

## SUMARIO

1. [INTRODUCCIÓN](#)
2. [TEORÍA DE LA RELATIVIDAD](#)
3. [SURGIMIENTO Y DESARROLLO DE LA FÍSICA CUÁNTICA](#)
4. [APLICACIONES DE LA FÍSICA CUÁNTICA](#)
5. [EL TIEMPO DESDE EL MITO, EL ARTE Y LA FILOSOFÍA](#)
6. [EL TIEMPO EN LA CIENCIA](#)
7. [EL LENGUAJE EN LOS NUEVOS ÓRDENES DE LA CIENCIA](#)
8. [DESARROLLO DE NUEVOS ÓRDENES DE LA NATURALEZA](#)
9. [EL SUEÑO DE LA UNIFICACION](#)
10. [BIBLIOGRAFÍA](#)

[VOLVER A DIÁLOGOS ENTRE FILÓSOFOS Y CIENTÍFICO](#)

**Martha Nalerio**  
2007-2008

## CAPÍTULO INTRODUCTORIO

*¿Qué es lo que no sé?  
¿Qué es lo que sé?  
-Muy poco.  
I. Prigogine.*

### LA REALIDAD.

¿Qué es la realidad? ([Video: La realidad](#))

¿Es lo que está ahí afuera y nosotros conocemos como si tomáramos una fotografía, donde en la relación sujeto – objeto es el objeto el más importante?

¿Es el sujeto en esa interacción el que construye relatos o historias acerca de esa realidad y la comparte colectivamente?

En este caso, las formas de conocimiento derivan de una estructura neuronal que posibilitó el desarrollo de una sintaxis en la que se apoyan el pensamiento y la conciencia.

La realidad no es anterior a esa sintaxis, sino que con ésta se construyen los relatos.

La realidad es a posteriori a algo más complejo que deviene tal vez de la evolución de seres de vida colectiva que alcanzan el nivel de la conciencia como forma adaptativa.

La evolución recoge muchas cosas pero marca las que son de necesidad, el lenguaje es uno de ellos.

El hombre presenta diferentes niveles de relato de la realidad, la filosofía, el mito, la ciencia. No son diferentes enfoques de la realidad –como una lente en movimiento–, sino diferentes niveles de comprensión, de relato, basados en pensamientos y lenguajes dados, no se parte de la nada, pero estos lenguajes tienen su sintaxis y pueden darse distintas explicaciones o relatos incluso en la ciencia que tengan diferentes explicaciones con sus códigos.

Es lenguaje y por ende el pensamiento es dado por posibilidades genéticas, el orden es dado por estructuras neuronales. Esa estructura define las necesidades adaptativas.

El relato es dado como explicación y necesario para definir lo cognoscible y lo incognoscible. Tanto más en la filosofía, pero también en la ciencia. Resulta difícil pensar la realidad fuera de la sintaxis. Así, mito, religión, filosofía y ciencia son niveles diferentes de la misma cosa. Aquí adquiere relevancia *el observador* que responde a esas reglas.

El observador, qué es, dónde está, lo indagan desde la filosofía, la neurociencia, sin encontrar un topos que lo defina, pero está ahí porque somos observadores y constructores. Éste incide de tal manera en la cosa objetivable que lo transforma en objeto de la realidad, lo que se da en ciencia también: *el Efecto observador*.

¿Cómo se forma el observador, ese movimiento de la conciencia que responde a la sintaxis individual y colectiva de la lengua materna?

Prigogine<sup>1</sup> nos plantea que la realidad con *Galileo* y *Copérnico* presentaba una estructura de:

- *Equilibrio*
- *Orden* y
- *Estabilidad.*

Mientras hoy vemos:

- *Fluctuación e*
- *Inestabilidad.*

Sin embargo, cuanto más exploramos el universo, más narraciones están presentes a todos los niveles. La naturaleza nos presenta una historia dentro de otra:

- La cosmológica
- La historia a nivel molecular
- La historia de la vida
- La del género humano
- Hasta la historia personal



Y en cada nivel asistimos a lo inesperado. Desde muchas perspectivas se cuestiona el sentido de lo aleatorio y del azar. ¿Es éste inherente a la naturaleza o a la estructura de nuestro modo de pensar? Encontramos que estos temas filosóficos surgen de los mismos científicos que aún satisfechos con sus resultados se asombran ante las nuevas posibilidades que brindan de comprensión de la realidad.

David Bohm, físico cuántico sostiene: “Mi trabajo científico y filosófico,(...) ha sido el de comprender la naturaleza de la realidad en general, y de la conciencia en particular, como un todo coherente, el cual no es estático ni completo, sino que es un proceso interminable de movimiento y despliegue.”<sup>2</sup>

## LA VERDADERA PREGUNTA.

¿Cuál es la relación entre el pensamiento y la realidad? El pensamiento es un proceso en movimiento. ¿No cabría pensar que parte de la realidad “conoce” a la otra”? ¿Hasta dónde esto sería posible? Nuestras nociones sobre la conciencia deben ser compatibles con el concepto de *realidad como un todo*. Es una concepción muy antigua en el pensamiento filosófico.

Bohm (1987) señala el papel del lenguaje en la fragmentación del pensamiento. ¿Es la sintaxis que requiere comienzos, desarrollos y finales en tanto declaraciones de hechos, la única sintaxis posible que existe? –inquire.

### “SINTAXIS

Un hombre mirando fijamente sus ecuaciones dijo que el universo tuvo un comienzo.

Hubo una explosión, dijo.

Un estallido de estallidos, y el universo nació.

Y se expande, dijo.

<sup>1</sup> Prigogine, Ilya. 1995. ¿Qué es lo que no sabemos?

<sup>2</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Ed. Kairós.

Había incluso calculado la duración de su vida: diez mil millones de revoluciones de la Tierra alrededor del Sol.

El mundo entero aclamó; hallaron que sus cálculos eran ciencia.

Ninguno pensó que al proponer que el universo comenzó, el hombre había meramente reflejado la sintaxis de su lengua madre; una sintaxis que exige comienzos, como el nacimiento, y desarrollos, como la maduración, y finales, como la muerte, en tanto declaraciones de hechos.

El universo comenzó, y está envejeciendo, el hombre nos aseguró, y morirá, como mueren todas las cosas, como él mismo murió luego de confirmar matemáticamente la sintaxis de su lengua madre.

### LA OTRA SINTAXIS

¿El universo, realmente comenzó?

¿Es verdadera la teoría del Gran Estallido?

Éstas no son preguntas, aunque suenen como si lo fueran.

¿Es la sintaxis que requiere comienzos, desarrollos y finales en tanto declaraciones de hechos, la única sintaxis que existe?

Ésa es la verdadera pregunta.

Hay otras sintaxis.

Hay una, por ejemplo, que exige que variedades de intensidad sean tomadas como hechos.

En esa sintaxis, nada comienza y nada termina; por lo tanto, el nacimiento no es un suceso claro y definido, sino un tipo específico de intensidad, y asimismo la maduración, y asimismo la muerte.

Un hombre de esa sintaxis, mirando sus ecuaciones, halla que ha calculado suficientes variedades de intensidad para decir con autoridad que el universo nunca comenzó y nunca terminará, pero que ha atravesado, atraviesa, y atravesará infinitas fluctuaciones de intensidad.

Ese hombre bien podría concluir que el universo mismo es la carroza de la intensidad y que uno puede abordarla para viajar a través de cambios sin fin.

Concluirá todo ello y mucho más, acaso sin nunca darse cuenta de que está meramente confirmando la sintaxis de su lengua madre.”<sup>3</sup>

“En cada etapa del propio orden con el que opera la mente, requiere una comprensión global de todo lo que se conoce, no sólo en términos formales, lógicos y matemáticos, sino también intuitivamente, en imágenes, sensaciones, uso poético del lenguaje. Esto es lo que relaciona armónicamente el “lóbulo izquierdo” con el “lóbulo derecho”. ”<sup>4</sup>

Sostiene Bohm -refiriéndose a Newton-, que la Ley que supuso una armonía universal en el orden de la naturaleza, es un relámpago de intuición básicamente poético. Teniendo en cuenta que la raíz de “poesía” del griego “poiein”: hacer o crear. “Así la ciencia adquiere una cualidad de comunicación poética de la percepción creativa de un orden nuevo”.<sup>5</sup>

Recordemos a Gastón Bachelard cuando realiza la serie de los cuatro elementos, psicoanálisis del agua, del fuego, etcétera. Encontramos que apela a la capacidad creativa e intuitiva del inconsciente, se desplaza desde el ámbito de la filosofía de la ciencia, de una epistemología, al ámbito de la poética, de una filosofía de la imaginación. Ciencia y poesía son ámbitos tan distintos que parece que hubiera dos Bachelard, pero justamente el esfuerzo y la contribución de Bachelard consiste en ponerlos en relación.

“Todo lo más que puede esperar la filosofía es llegar a hacer complementarias la poesía y la ciencia, unir las como a dos contrarios bien hechos (...) Si tenemos razón a propósito de la real

<sup>3</sup> Castaneda, Carlos. 1999. El lado activo del infinito. Barcelona. Ediciones B S.A.

<sup>4</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Ed. Kairós.

<sup>5</sup> Ibid. Obra citada.

implicación del sujeto y del objeto, se deberá distinguir más netamente al hombre pensativo y al pensador, sin esperar, no obstante, que esta distinción concluya jamás.”<sup>6</sup>.

## ORDEN IMPLICADO Y ORDEN EXPLICADO.

Estos conceptos son utilizados por Bohm<sup>7</sup> en su intento de relacionar ciencia y filosofía respecto al tema de la realidad y el ser.

**La lente fotográfica** nos ha proporcionado, una percepción sensorial de lo que significa el orden mecanicista. Produce una correspondencia muy nítida entre los rasgos específicos del objeto y los de su imagen, la lente refuerza la atención del hombre sobre las diferentes partes del objeto y sobre las relaciones entre las partes. Se fomenta la tendencia al análisis y síntesis, al orden clásico de los objetos que están muy lejos o muy cerca, muy grandes o muy chicos.

Sin embargo, tanto la relatividad como la teoría cuántica suponen una totalidad no dividida, en la cual el análisis de partes ya no es relevante. ¿Qué instrumento puede ayudar a obtener cierta penetración perceptiva de una totalidad no dividida? El holograma.

**El holograma** que deriva de *holo*, significa “todo” y *gramma*, significa “escritura”. Es un instrumento que “escribe el todo”. El holograma hace un registro fotográfico del patrón de interferencia de las ondas de la luz procedentes del objeto. *Cada una de sus partes contiene información de todo el objeto.*

Está en juego una nueva noción de orden, el orden implicado. Del latín: *implicare*, que significa “doblar” o “plegar hacia adentro”.

“La materia es el objeto primario de nuestra consciencia. Sin embargo, como hemos visto, (...) las diferentes energías, como la luz, el sonido, etcétera, están envolviendo continuamente información que, en principio, concierne al universo entero de la materia en cada una de las regiones del espacio.” (Bohm, 274.)

Con la diferencia del lente y el holograma el autor pretende explicar la percepción de un nuevo orden que sea relevante para la física, en lo que podrían algunos llamar un nuevo paradigma, pero que él prefiere considerar una nueva acomodación, para que la física pueda referirse con preferencia al orden de totalidad no dividida.

¿Cómo hace posible la comprensión tanto de la materia inanimada como la de la vida, sobre la base de la existencia de un sólo fundamento común a ambas?

Pone el ejemplo de la MÚSICA.

En un momento se está tocando una nota, pero están “reverberando” notas anteriores. La presencia simultánea y la actividad de todas estas reverberaciones es la responsable del sentido de movimiento, flujo y continuidad que se percibe.



<sup>6</sup> Bachelard, Gastón. 1966. Psicoanálisis del fuego. Madrid. Alianza Editorial.

<sup>7</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Ed. Kairós.

Sensación de un todo no fragmentado, de un movimiento vivo que le da significado y fuerza a lo que estamos oyendo.

## ¿Y LA CONCIENCIA?

¿Es en esta estructura plegada, tanto de información como de materia (en el cerebro y sistema nervioso) donde entra por primera vez la conciencia?

Ciertos experimentos demuestran que si tomamos un sujeto y observamos su cerebro en un tomógrafo y le pedimos que mire un determinado objeto, se ve que ciertas zonas de su cerebro se iluminan. Si luego le pedimos que cierre los ojos y que imagine ese mismo objeto, las mismas zonas de su cerebro se iluminan como si, de hecho estuviera viéndolo. (Pribam).

¿EXISTE UN AFUERA Y UN ADENTRO?

ENTONCES ¿QUÉ ES LA REALIDAD?

¿ES POSIBLE PENSAR LA REALIDAD INDEPENDIENTE DEL OBSERVADOR?

Con la conciencia, ocurre como con la música, cada momento tiene un cierto orden explicado, y además, *implica* todos los demás, si bien a su propio modo. La relación de cada momento dentro de la totalidad de todos los demás está implicada por su contenido total: la manera que tiene de “mantener” todos los demás dentro de él.

Aclara Bohm, en ciertos aspectos se asemeja a las mónadas de Leibniz en cuanto cada una “refleja” el todo a su propia manera, pero con la diferencia de que las mónadas son permanentes, mientras que nuestros elementos básicos son sólo *momentos*, por tanto, no permanentes.

“La idea de Whitehead sobre las “ocasiones actuales” está más cerca de lo que proponemos aquí, y su principal diferencia con nuestra percepción es que nosotros usamos el orden implicado para explicar las cualidades y las relaciones de nuestros momentos, mientras que Whitehead lo hace de una manera algo diferente” (Bohm, 1987).

El Tao Te King dice: “Existe una fuerza inconmensurable en el universo que da origen y entretiene a todas las cosas, como no se su nombre, le llamo Tao.”<sup>8</sup>

¿Cómo se organiza para crear al hombre? La unicidad se pliega para constituir la parte central o referencia, continúa el plegamiento y aparece la contracción, cuando llega a su máximo, se muda en expansión. En estos movimientos de contracción y expansión se manifiesta como yin y yang, una constante dialéctica de la manifestación del Tao, el Ser. Pero el misterio continúa, en cuanto puede ser representado no es el Tao absoluto.

Como quiera que sea, el hombre, el existente es el ser a través de cuya conciencia el cosmos toma consciencia de sí mismo.

<sup>8</sup> Lao-Tsé. 1994. Tao-Te-King. Madrid. Editorial América Ibérica.

## ¿QUÉ ES LO QUE HAY AHÍ FUERA?

“Probablemente, una verdad muy general en la historia del pensamiento humano la constituya el hecho de que los más fructíferos descubrimientos tienen lugar en aquellos puntos en los que se encuentran dos líneas de pensamiento distintas. Estas líneas pueden tener sus raíces en sectores muy diferentes de la cultura humana, en diferentes épocas, en diferentes entornos culturales o en diferentes tradiciones religiosas. Por ello, si tal encuentro sucede, es decir, si entre dichas líneas de pensamiento se da, al menos, una relación que posibilite cualquier interacción verdadera, podemos entonces estar seguros que de allí surgirán nuevos e interesantes descubrimientos”. *Werner Heisenberg*<sup>9</sup>

## LA TRAMA DE PENÉLOPE

Este trabajo presenta el cuestionamiento de la realidad a partir de las últimas teorías científicas que surgen a principios del siglo XX y que van entrelazándose con temáticas filosóficas que se vinculan en primer lugar por los propios científicos y luego por lo que el devenir socio-histórico va desarrollando. En los albores del siglo se presentan una serie de investigadores, llevados por la curiosidad, por las necesidades sociales y políticas a resolver problemas que van a cambiar la forma de vida a través de la tecnología, la visión de la realidad, que ellos mismos discuten en su desenvolvimiento formando una comunidad científica fuerte, destacada, aun en medio de la guerra y la persecución política.

Sobre fines del siglo XIX muchos científicos consideraban la tarea de la ciencia casi acabada. Quedaban dos problemas por resolver: la radiación del cuerpo negro y los extraños resultados del experimento de Michelson (1852-1931) sobre el éter. El primero condujo a Max Plank (1858-1947) en 1900 a introducir la cuantización de los intercambios de energía entre radiación y materia, lo que sería el inicio de la teoría cuántica; el segundo a Albert Einstein (1879-1955) a proponer en 1905 los primeros principios de la teoría de la relatividad en un trabajo de “Electrodinámica de los cuerpos en movimiento” y ganar el premio Nobel en ese mismo año.

Los grupos que se gestaron en torno a Bohr en Noruega, en Gotinga, en EE.UU con Einstein, generaron un espíritu de colaboración y discusión fértil que cambiaron los pilares sobre los que se concebía la realidad desde la ciencia. Qué sea la realidad que de ello deriva es algo tan discutido por ellos mismos como fascinante. Resulta ser material riquísimo para la reflexión filosófica y especialmente de la historia y la filosofía de la ciencia.

La lectura directa de los científicos a diferencia de los manuales, nos ofrece sus aportes y sus dudas. Y ver cómo cuando ellos se preguntan por el mundo que están diseñando con sus modelos matemáticos y experimentales, están filosofando.

Se presentan estos temas en capítulos referidos a la teoría de la relatividad, de la física cuántica y sus aplicaciones. Otro sobre el tiempo que presenta dos subdivisiones: la visión científica desde Galileo, Newton, Einstein y la gran incógnita e intrépida ilusión de los viajes

<sup>9</sup> Capra, Fritjof. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.



en el tiempo con las distorsiones de la realidad que conllevan: ciencia y ciencia ficción; y el tema ancestral vinculado al tiempo que es la muerte, la historia y su devenir, tratada desde el mito y textos literarios poco conocidos: Asirios con la epopeya de Gilgamesh, Indios en Las Upanishads, poesía Azteca, maya quiché en el Popol vuh, Castaneda y otros. Las relaciones y diferencias entre física clásica y moderna. El desarrollo del lenguaje formal en la ciencia como estructurador del orden y la medida de lo real, en una disonancia sugerida con el lenguaje vivencial emotivo tomando citas de “El principito” de Antoine de Saint-Exupéry. El insospechado mundo de la teoría de las cuerdas tratando de encontrar un diálogo unificador de las distintas voces que en la ciencia vibran con distintas melodías. El sueño de tener una única visión del mundo a través de la ciencia del círculo de Viena quedó atrás, pero sigue allí convocando con el tesón de Einstein.

Existe la intención de armado de algunos capítulos pensando en la interdisciplinariedad expresa en los nuevos programas de bachillerato de educación secundaria y de formación docente no sólo de filosofía y ciencia. Los textos seleccionados están incorporados a los temas, con sus fuentes para dar la posibilidad de desbrozar o tomar según el criterio y creatividad del docente o estudiante. Así se sugiere cine, pintura, arte matemático con computadoras como fractales, literatura, mitos, que pueden vincularse a los temas de “las realidades” en las ciencias.

Es la invitación a un viaje fascinante por el laberinto del macro y el microcosmos con sus submundos subatómicos, inconscientes, con sus representaciones en imágenes y castillos matemáticos, de la mano de Teseo, con el hilo de Ariadna, con las alas de Ícaro...

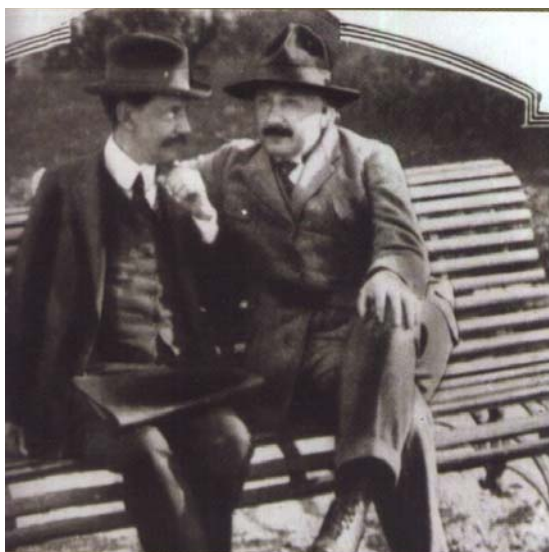
[INICIO](#)

## Capítulo I.

**TEORÍA DE LA RELATIVIDAD.**

*“Suele hablarse de hombres de pensamiento y de hombres de acción. Más que antítesis es clase y grado. Los hombres de pensamiento son también hombres de acción; sólo que de mucha más acción.”*  
*Carlos Vaz Ferreira.*

En abril de 1924 Einstein visita Montevideo teniendo como anfitrión al filósofo uruguayo Carlos Vaz Ferreira. Un periodista y un fotógrafo del diario El País los sorprende conversando en la Plaza de los bomberos (Plaza Artola)<sup>10</sup>. Podemos imaginar las cuestiones de palabras y cuestiones de hechos acerca de la relatividad que agudamente celebraron.



–«Fijáos en la luz del sol...», insistió Einstein.  
 –«¿Y quién puede afirmar que esa luz es del sol y que el sol es él?» interrogó el filósofo uruguayo.

En general se dice que la ciencia es producto de situaciones e intereses sociales e intelectuales de una época y que el conocimiento es producto colectivo, con aportes de distintos campos de la ciencia. No obstante, la teoría de la relatividad se construyó en su forma completa casi enteramente por Einstein mismo. Escribió dos artículos publicados en 1905, e inició dos rumbos revolucionarios en el pensamiento científico. Uno fue su teoría especial de la relatividad, el otro, su nueva forma de ver la radiación electromagnética que iba ser característica de la teoría cuántica, la teoría de los fenómenos atómicos. La teoría cuántica completa la produjo veinte años más tarde todo un equipo de físicos.

Capra<sup>11</sup> considera a los trabajos científicos de Einstein monumentos intelectuales que marcan el comienzo del pensamiento del siglo veinte.

Einstein ha sido en su época tan popular como una estrella del cine, y su visión del mundo tan admirada como mal vista.

Leopold Infeld<sup>12</sup> nos dice que para explicar su obra e influencia son varios los prejuicios que tiene que despejar. Uno es el que considera que el hombre común no puede comprender las

<sup>10</sup> Varela, Julio. Revista Posdata. No. 13. 2/12/1994. Foto: Caruso. In Almanaque. BSE. Montevideo. 2008.

<sup>11</sup> Capra, Fritjof. 1998. El punto crucial. Bs. As. Editorial Troquel.

Doctor en Física teórica por la Universidad de Viena en 1966, ha trabajado como investigador en física subatómica en la Universidad de París, en la Universidad de California (U.C.) en Santa Cruz, en el Acelerador Lineal de Londres y en el Laboratorio Lawrence Berkeley de la U.C. También ha sido profesor en la U.C. en Santa Cruz, en Berkeley y en la Universidad de San Francisco. Ha estudiado las consecuencias filosóficas y sociales de la ciencia moderna.

<sup>12</sup> Físico polaco, 1898 - 1968. Luego de doctorarse en 1921 por la Universidad de los Jagellones de su ciudad natal, estudió Física Teórica en Berlín, y fue luego profesor en la Universidad de Lwow. En 1933 se trasladó a Gran Bretaña, trabajando en Cambridge con Max Born en la elaboración de una teoría sobre la electrodinámica no lineal. En 1936 marchó a Estados

ideas de Einstein y que esto está reservado al sumo sacerdote de las matemáticas. Es como sostener que “sólo doce personas pueden comprender a Beethoven”.

“Como la música, las matemáticas y la física matemática son creaciones artísticas. Como en la música, debemos distinguir entre la *técnica* y *las ideas*. Nadie puede interpretar bien a Beethoven, así como nadie puede escribir un trabajo científico sobre la teoría de la relatividad, sin dominar primero la técnica. Con todo, así como se puede sentir una honda emoción al escuchar a Beethoven aun cuando se ignore por completo la técnica de la interpretación, así se puede experimentar un profundo placer al captar las ideas básicas de la teoría de la relatividad, incluso si se desconoce la técnica matemática.”<sup>13</sup>

En cualquier disciplina, incluso en la ciencia existen distintos niveles de comprensión. El uso de imágenes y analogías para explicar las abstracciones matemáticas al lenguaje cotidiano, peca por “popularización”, otro de los prejuicios arraigados por el que son señalados varios científicos, por sus propios colegas.

Einstein escribió en 1916 un libro no técnico acerca de la teoría especial y general de la relatividad, especificando en su introducción: “para aquellos que se interesan por el punto de vista filosófico general (...) y no poseen el conocimiento del formalismo matemático (...)”<sup>14</sup>

Einstein se formó al margen de la universidad. Su espíritu investigador fue estimulado por su tío Jacob Einstein en su taller de proyectos y experimentos para la creación de nuevos aparatos tecnológicos proporcionándole a su vez libros de ciencia. Es quien lo introduce en el álgebra, mientras que su madre le enseña a tocar el violín el que fue su pasión y lo acompañaría toda su vida. Asiste a la Escuela Politécnica Federal de Zurich.

Por un lado, cuenta L. Navarro<sup>15</sup> que en octubre de 1896 fue admitido en el ETH para cursar un ciclo de cuatro años que facultaba esencialmente para la docencia en matemáticas y en física en la enseñanza secundaria, por lo que Einstein fijó su residencia en Zúrich. Allí se habría de encontrar con tres personajes que —en un momento u otro— ejercerían una decisiva influencia sobre él: sus compañeros de estudios Marcel Grossman y Mileva Maric´, y Michele A. Besso, un ingeniero suizo que luego sería su más fiel amigo de por vida.

Ilenfeld relata que: “en 1905 era un joven doctor en filosofía, de veintiséis años, recién casado y empleado en la oficina de patentes de Berna, Suiza; de carácter tímido, bondadoso y cordial. Estudiaba poco pero pensaba mucho; tenía una gran capacidad para la meditación y no aceptaba dogmas de nadie”. (Ilenfeld, 1973).

---

Unidos y se incorporó al Institute for Advanced Study en Princeton, donde estuvo en estrecho contacto con Albert Einstein, al que propuso la redacción de un libro que contribuyera a divulgar los resultados de la teoría de la relatividad; Einstein acogió favorablemente la iniciativa, que se materializó, en 1938, con la publicación de *La evolución de la física*.

<sup>13</sup> Infeld, Leopold. 1973. Einstein. Su obra y su influencia en nuestro mundo. Bs. As. Editorial La Playade.

<sup>14</sup> *Ibid.* Obra citada.

<sup>15</sup> Navarro Veguillas, Luis. 2004. “Einstein y los comienzos de la física cuántica: de la osadía al desencanto”. Rev. Investigación y Ciencia. Consultado: Noviembre, 2007. El autor es doctor en ciencias físicas y profesor titular de Historia de la Ciencia en la Universidad de Barcelona. Sus investigaciones historiográficas se dirigen hacia el análisis de la íntima relación existente entre el desarrollo de la mecánica estadística y la aparición de las primeras ideas cuánticas.

En Berna era líder de una terna que bautizaron como Academia Olímpica, donde se reunía con Maurice Solovine, un joven filósofo rumano interesado por la física del momento, y con Konrad Habicht, un amigo de Zúrich estudioso en matemáticas. Se reunían para discutir de filosofía, física y literatura.

Einstein estaba en una situación desfavorable por la escasa relación con el mundo académico, pero a su vez, sus años de trabajo como analista de las solicitudes de patentes lo tenía en contacto con el mundo de los inventos y la experimentación.

En el siglo XIX existían dos ramas principales de la física, la teoría *mecánica* y la teoría del *campo*.

La *mecánica* newtoniana constituyó la culminación trascendental de la visión mecánica del mundo, en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* publicada en 1687.

La teoría del *campo*, vinculada a Maxwell, quien se basó en los trabajos de Faraday y Hertz. Maxwell fallece en 1879 el año que nace Einstein.

“Aunque las dos teorías se remontan a filosofías más antiguas, (...) sólo la ciencia del siglo XIX desarrolló concepciones en toda la plenitud de su belleza matemática”. (Ilenfeld, 1973).

La mecánica newtoniana habla de *partículas y fuerzas simples que actúan entre sí*.

Ilenfeld sostiene que la obra de Newton consistió en crear solamente el primer eslabón de una cadena de revoluciones científicas, concepción que avanzó hasta alcanzar en algunos casos el estado de dogma filosófico, donde Laplace y Helmholtz la formularon con mucha imaginación. La máquina del universo. Analizar, predecir, conocer su futuro o su pasado. Los físicos del siglo XIX entendían que estaban lejos de semejante objetivo. “Sabían poco del estado actual de universo, poco sobre las leyes que gobiernan la materia, y mucho menos acerca de las que gobiernan la vida y el pensamiento”.

La teoría del campo trata de los fenómenos eléctricos y ópticos. “Es una teoría del *campo* porque en ella el elemento esencial es la descripción de *cambios* que se expanden continuamente a través del espacio en el *tiempo*”. (Ilenfeld, 1973).

Existe un contraste entre este concepto y el de partículas simples de la mecánica clásica.

De hecho los físicos ortodoxos del siglo XIX no aceptaban ese contraste –incluso matemático, y trataban de establecer una explicación mecánica coherente.

El problema era ¿cuál es la base material por la que se propagan las ondas electromagnéticas? si no es el aire como en el caso del sonido, puesto que no existe en el espacio fuera de la Tierra.

Ahí aparece un concepto antiguo: el *éter*. De esta manera se establecía un puente entre las dos teorías, salvando el principio de unidad de la ciencia.

Será Einstein quien derribe el concepto del éter.

Uno de los elementos nuevos que introduce Einstein son los *sistemas de referencias*. Retomando para ello las ideas de Galileo, los sistemas se mueven uno con respecto al otro; los observadores que trabajan en sus respectivos *sistemas* encontrarán resultados que son válidos relativamente a sus *sistemas*.

El principio de relatividad de Galileo dice: “Si las leyes de la mecánica son válidas para cualquier SISTEMA, entonces son válidas para cualquier otro SISTEMA en movimiento uniforme relativo al original.”

“El punto esencial no es que tenemos dos o más *sistemas*, con observadores en cada uno de éstos, sino que podemos transferir la *descripción* de un *sistema*, a otro, y podemos referirnos a cualquiera de éstos al describir los movimientos, velocidades, aceleraciones o fuerzas.” (Ilenfeld, 1973).

Un hombre dice que su auto marcha a ochenta kms/h. Si quiero ser preciso, puedo preguntarle: ¿En relación con qué? ¿En relación con la casa de usted y con la columna del alumbrado, o en relación con la luna y el sol? Son preguntas exasperantes, pues es obvio que se mueve en relación a con la tierra o los objetos rígidamente unidos a nuestra tierra.

El *éter* es considerado *en reposo* el único en el cual la velocidad de la luz es  $c$ . Pero el experimento de Michelson y Morley realizado en 1887, estuvo abocado a averiguar la diferencia de la velocidad de la luz en el sentido del movimiento del globo terrestre y en el contrario. El resultado mostró que no hubo diferencia. La velocidad de la luz, en todos los sentidos tiene el mismo valor  $c=300.000 \text{ km/s}$  siempre constante e inmutable.

Los experimentos sobre la luz y las ondas electromagnéticas llevan a la conclusión de que: “*La velocidad de las ondas electromagnéticas, o la luz, es la misma, y no importa que la fuente o el observador estén en movimientos*”. (Ilenfeld, 1973).

Kuhn sostiene que una crisis que proviene de una anomalía cuantitativa, se resiste a cualquier esfuerzo de reconciliación con la visión anterior. Así, para Einstein el éter como el elemento indispensable para la propagación de la luz, las ondas electromagnéticas y las señales de radio, es innecesario e insostenible.

Todos los esfuerzos por considerar el éter como una base material para las ondas han fracasado, y la física ve dos ramas de sí aparentemente contradictorias y sin unificación. Una incongruencia de la imagen científica del mundo exterior.

No obstante, no todos están de acuerdo, el criterio expresado por Steven Weinberg (Premio Nóbel de Física en 1979) en una retrospectiva sobre el trabajo de Kuhn reza:

"No es verdad que los científicos sean incapaces de conectarse con diferentes formas de mirar hacia atrás o hacia adelante" y que después de una revolución científica ellos sean incapaces de comprender la ciencia que le precedió. Uno de los desplazamientos de paradigmas a los

cuales Kuhn brinda mucha atención en "Estructura" es la sustitución al inicio de esta centuria de la Mecánica de Newton por la Mecánica relativista de Einstein. Pero en realidad, durante la educación de los nuevos físicos la primera cosa que les enseñamos es todavía la buena mecánica vieja de Newton, y ellos nunca olvidan como pensar en términos newtonianos, aunque después aprendan la teoría de la relatividad de Einstein. Kuhn mismo como profesor de Harvard, debe haber enseñado la mecánica de Newton a sus discípulos".<sup>16</sup>

Ilenfeld considera que la ciencia estaba madura para la *revolución de Einstein*. Definiendo una *revolución* en la física a una "clarificación de nuestros conceptos, a la formación de una nueva imagen, a una inesperada resolución de contradicciones y dificultades".

Kuhn plantea que "a diferencia de fenómenos naturales nuevos, las innovaciones dentro de la teoría científica no son simples agregados, una suma de lo que ya se sabe. Casi siempre – invariablemente en las ciencias maduras-, la aceptación de una teoría nueva exige el rechazo de otra anterior. En el dominio de la teoría, la innovación es, pues, necesariamente, tan destructiva como constructiva".<sup>17</sup>

1. Einstein reformula el principio de la relatividad de Galileo. "Ya sea que investiguemos los fenómenos mecánicos o los electromagnéticos, todos ellos están gobernados por el principio de la relatividad: no hay manera de distinguir entre *dos sistemas* en movimiento uniforme relativo. De ahí que el concepto de éter es superfluo." (Ilenfeld, 1987).

De esta manera no cortó los vínculos entre estos dos dominios de la física; por el contrario los aproximó.

2. El segundo postulado básico de la relatividad especial es que la velocidad de la luz es siempre la misma, no importa cuál sea el *sistema* en que la medimos: si dentro o fuera del tren en movimiento.

Se vio obligado a cambiar nuestros conceptos más fundamentales sobre el espacio y el tiempo.

Al aceptar los principios de la relatividad y de la constancia de la velocidad de la luz, rechaza el de la suma de velocidades. Nada se suma a la velocidad de la luz.

"Se trata de una física lógicamente coherente y acorde con el experimento; una nueva física relativista, para la cual la antigua física newtoniana constituye sólo una aproximación, útil y válida para los cuerpos que se mueven a velocidades pequeñas comparadas con la de la luz, pero no para las velocidades de cuerpos en movimiento que se aproximan a la de la luz". (Ilenfeld, 1987).

<sup>16</sup> Delgado Castillo, R. y Ruiz Martínez, F. La era atómica y el desarrollo de la física en el siglo XX. Universidad de Cienfuegos. ([www.historia-de-la-fisica-viii.html](http://www.historia-de-la-fisica-viii.html)).

<sup>17</sup> Kuhn, Thomas. 1996 La tensión esencial. México. Fondo de Cultura Económica.

En el video “*Einstein y Eddington*” (BBC) se muestra la investigación de Einstein y su relación con el mejor observador de la época, Eddington de Inglaterra. A partir de la pregunta ¿Por qué Mercurio es el único planeta que no está en su sitio de acuerdo a las leyes de Newton? -lo que para Kuhn sería una anomalía-, se ordena a Eddington realizar una investigación con el afán de encontrar en Newton la razón. Eddington descubre la publicación de Einstein y decide investigar. El estímulo que Eddington da a Einstein vía correspondencia, resultó en una colaboración a partir de la cual fue posible que la teoría de Einstein fuera probada por Eddington al observar la curvatura espacio-tiempo durante un eclipse total de sol. Mercurio –que solo se observa en esa circunstancia- se comportó acorde a la teoría general de la relatividad. Devela los resultados ante los científicos.

¿Fue esto un cambio de paradigma o una acomodación de la ciencia?

## ESPACIO Y TIEMPO.

Espacio y tiempo fueron considerados absolutos y homogéneos, tanto en la física como en la filosofía. Intuiciones evidentes. Sólo hemos visto su cuestionamiento en Kant (1724 – 1804) para quien son formas a priori de la sensibilidad, no absolutos. En la relación cognoscente sujeto-objeto él pone el acento en el sujeto que construye la realidad a partir de sus estructuras cognoscentes. Espacio y tiempo forman parte de esas estructuras.

Einstein se pregunta ¿Cuál es el significado de “dos acontecimientos simultáneos? -Que están sincronizados. ¿Qué significa que dos relojes están sincronizados?

Para la mecánica clásica (newtoniana) significa que marcan la misma hora puesto que el tiempo es absoluto.

Para la teoría de la relatividad, dos hechos simultáneos en un *sistema*, no son simultáneos en otro, y no hay un *tiempo absoluto*.

La divergencia entre los conceptos clásicos y relativistas sobre la simultaneidad sólo se hace evidente si consideramos acontecimientos simultáneos de dos *sistemas*.

“El carácter relativista del tiempo y del concepto de la simultaneidad puede ser deducido de los dos principios básicos de la teoría de la relatividad:

1. la equivalencia de *sistema* en movimiento uniforme relativo y
2. la constancia de la velocidad de la luz.

### **El tren de Einstein en movimiento (un experimento mental).**

Desde la mitad de un tren (*sistema* en movimiento) enviamos, en un instante dado, dos rayos luminosos en sentidos opuestos. Puesto que la velocidad de la luz  $c$  es constante para el observador que esta en el interior, en su *sistema* esos dos rayos luminosos alcanzarán las dos paredes opuestas al mismo tiempo, y para él estos dos hechos (los rayos luminosos que llegan a las dos paredes opuestas) serán simultáneos. ¿Qué ocurre con el observador que está afuera, en tierra? También para él, la velocidad de la luz es la constante  $c$  de su *sistema*; pero, mirando hacia el tren, observa que una pared se aleja de la luz y que la otra opuesta se le acerca. Para él, un rayo luminoso llegará primero a la pared que avanza hacia el rayo, y un poco más tarde la luz alcanzará la pared que se aleja”. (Ilenfeld, 1973).

Dos hechos simultáneos para un *sistema* no lo son para los observadores del otro *sistema*. Se concluye que un reloj que está en movimiento varía su ritmo mientras este movimiento perdura. Esto lo toma de la transformación de Lorentz.

Para Galileo la coordenada del tiempo es la misma para todos los *sistemas* (y es válido para velocidades relativas pequeñas respecto a la de la luz). Para Lorentz el reloj varía de acuerdo a la relatividad del tiempo, y dos hechos simultáneos en su sistema no son simultáneos en otro.

Las teorías nuevas, los descubrimientos, dentro de las ciencias maduras no ocurren de espaldas al pasado, surgen dentro de la matriz de pensamientos, de supuestos que se tienen sobre la realidad estudiada. “Por lo menos para la comunidad científica en su conjunto, el trabajo dentro de una tradición bien definida y profundamente arraigada parece ser más productivo de novedades en contra de la tradición, que el trabajo en el que no hay de por medio normas de la misma naturaleza convergente.” (Kuhn, 1996).

Hawking sostiene que el postulado de Einstein de que las leyes de la naturaleza deberían tener el mismo aspecto para todos los observadores que se movieran libremente constituyó la base de la teoría de la relatividad, llamada así porque suponía que sólo importa el movimiento relativo. “Su belleza y simplicidad cautivaron a muchos pensadores, pero también suscitó mucha oposición. Einstein había destronado dos de los absolutos de la ciencia del siglo XIX: el reposo absoluto, representado por el éter, y el tiempo absoluto o universal que todos los relojes deberían medir.”<sup>18</sup>

Otro elemento que cambia es la *masa*. Einstein menciona en el título de su artículo: “¿Depende la inercia de un cuerpo de la energía?” Este trabajo sostiene que el uso de la energía atómica, es en principio posible. 40 años más tarde fue demostrado en Hiroshima y Nagasaki.

La energía tiene masa, y ésta contiene energía. No hay dos principios de conservación. Existe sólo uno, y éste es el principio de la conservación de la *masa – energía*. Al menos en principio se puede transformar la masa en energía y la energía en masa.

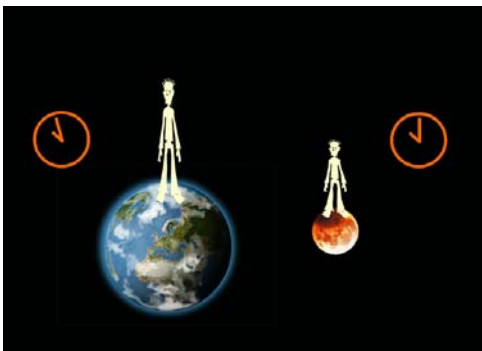
$$E=m.c^2$$

De acuerdo a la física clásica, masa y energía son diferentes, y la masa no cambia con la velocidad. En tanto en la relatividad, se considera que si la velocidad es cercana a la de la luz, la masa inercial debe ser tan grande que no puede haber fuerza capaz de lograr que la velocidad sea mayor que la de la luz. La masa se deforma. Nada puede superar la velocidad de la luz.

<sup>18</sup> Hawking, Stephen. 2003. El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica SL.



## OBSERVADORES SEGÚN LA GRAVEDAD



“La presencia del campo gravitatorio de una masa afecta al tiempo y al espacio. La gravedad hace que los relojes atrasen. Un reloj en la superficie de la Tierra atrasa con respecto a un reloj en la Luna ya que el campo gravitatorio en la superficie terrestre es mayor que el de la lunar. La diferencia es pequeña, pero puede medirse.

La gravedad también actúa sobre el espacio, alargando el tamaño de los objetos (estirándolos): un poste clavado en la superficie de la Tierra sería más largo que uno clavado sobre la superficie de la Luna. Los astronautas son un poco más altos en la Tierra que en la Luna”.<sup>19</sup>

## LA VELOCIDAD ENLOQUECE A LOS RELOJES.

Se plantea la paradoja de los gemelos referida a la relatividad del tiempo.

La distancia que hay entre las estrellas es tal que la luz llega a ellas en varios años (años luz), podría demorar 40 años en llegar de la Tierra a ella. Este razonamiento no es correcto si tenemos en cuenta el cambio del tiempo relacionado con el movimiento.

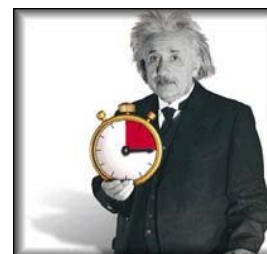
“Supongamos que volamos hacia la estrella en el cohete de Einstein a la velocidad de 240.000 K/s. Para los habitantes de la Tierra, alcanzaríamos la estrella transcurridos

$$\frac{300.000 \times 40}{240.000} = 50 \text{ años}$$

Para nosotros que volamos en el cohete de Einstein, este tiempo se reducirá, la velocidad de vuelo mencionada, a la relación de 10:6. Por consiguiente, nosotros alcanzaremos la estrella, no dentro de 50 años, sino entro de:  $\frac{6}{10} \times 50 = 30$  años.

Aumentando la velocidad del cohete de Einstein y aproximándola a la de la luz, se puede reducir en cuanto se quiera el tiempo necesario para llegar los viajeros hasta la lejana estrella. Teóricamente (...) se podría regresar a la tierra si se quiere en ¡un minuto! En la tierra, sin embargo, habrían transcurrido 80 años.”<sup>21</sup>

Imagen<sup>20</sup>



Por ende, si dos hermanos gemelos se despiden ante la partida de uno en el cohete de Einstein. A su regreso él vendrá con los años que han pasado en su campo espacio temporal aun biológica y psicológicamente, mientras su hermano se verá mucho mayor pues estuvo en la

<sup>19</sup> <http://www.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guionrgeneral.htm>

<sup>20</sup> [http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05\\_05.htm](http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05_05.htm)

<sup>21</sup> Landau – Rumer. ¿Qué es la teoría de la relatividad? Bs. As. Eudeba. 1968.

estructura espacio – tiempo de la Tierra. De todos modos, no está la tecnología preparada aun para estos viajes. Lo vemos como una ficción en la serie y Films Star Trek y otros.

La repercusión de estas ideas fue escasa al principio, luego comenzaron a llegar reconocimientos y aportes matemáticos.

Estas ideas fueron recogidas en la Teoría *Especial de la Relatividad*.

## LA TEORIA GENERAL DE LA RELATIVIDAD.

Ocho años después de la *teoría especial* culmina un trabajo para resolver un problema que el resto de los físicos no veía, salvo él y el filósofo vienés Ernst Mach. Incluso Plank, quien inició el estudio de los cuantos le dijo: “todo esta ahora tan próximo a la solución; ¿Por qué se preocupa por estos otros problemas?” (Ilenfeld, 1973).

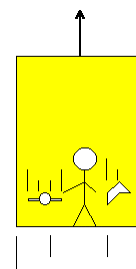
Einstein recordaba que otra imagen que estaba presente en sus cavilaciones de niño –además de perseguir un rayo de luz-, fue que se hallaba dentro de un ascensor que cae libremente. La imagen en que corría tras un rayo de luz condujo a la teoría especial de la relatividad; la del que se hallaba en el ascensor, a la teoría general de la relatividad.

Tenemos dos sistemas –el ascensor y la tierra-, y el movimiento relativo de los dos *sistemas* ya *no es uniforme*, sino que ahora es *acelerado*.

### EL ASCENSOR

“Consideremos un ascensor en caída libre, dentro de un altísimo rascacielos, con un hombre en su interior.

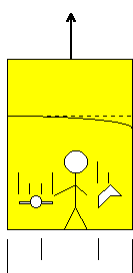
El hombre deja caer su reloj y su pañuelo ¿Qué pasa? Para alguien mirando la caída desde afuera del ascensor, cuyo sistema de referencia es la Tierra, el reloj, el pañuelo, el hombre y el ascensor caen exactamente a la misma velocidad (recordemos que el movimiento de un cuerpo en un campo gravitatorio no depende de su masa, de acuerdo al principio de la equivalencia). Así, la distancia entre el reloj y el piso del ascensor, entre el pañuelo y el piso del ascensor, entre el hombre y el reloj o entre el hombre y el piso no varía. Por lo tanto, para el hombre dentro del ascensor, el reloj y el pañuelo permanecerán donde él los dejó. Ahora, si el hombre da a su reloj o a su pañuelo cierta velocidad, estos seguirán una línea recta con velocidad constante, lo que conduce a la siguiente conclusión: el hombre dentro del ascensor puede ignorar el campo gravitatorio de la Tierra. El ascensor se comporta como un sistema galileano, sin embargo, no lo hará para siempre. Tarde o temprano, se estrellará contra el suelo.



Pensemos en un segundo experimento: el ascensor está muy lejos de cualquiera masa considerable, en el espacio, por ejemplo. Nuevamente hay un hombre dentro del ascensor. De repente, algo comienza a tirar del ascensor.

La mecánica clásica nos dice que una fuerza constante provoca una aceleración constante (esto no ocurre así a muy altas velocidades, ya que la masa de un objeto aumenta con su velocidad, pero lo consideraremos cierto para efectos de nuestro experimento). Entonces, en un sistema galileano, el ascensor adquirirá un movimiento acelerado.

El hombre dentro del ascensor deja caer su reloj y su pañuelo. Alguien ubicado fuera del ascensor, en un sistema galileano, piensa que el pañuelo y el reloj golpearán el piso del ascensor cuando éste los alcance debido a su aceleración. Efectivamente, el observador fuera del ascensor verá que las distancias entre el reloj y el piso del ascensor y entre el pañuelo y el piso del ascensor disminuyen en la misma cantidad. Por otro lado, el hombre dentro del ascensor notará que su reloj y su pañuelo tienen la misma aceleración. Él lo atribuirá a la presencia de un campo gravitatorio. Estas dos interpretaciones parecen igualmente válidas: por un lado, un movimiento acelerado y por el otro, un movimiento uniforme y la presencia de un campo gravitacional.



Hagamos otra prueba para justificar la presencia de un campo gravitatorio. Un rayo de luz entra en el ascensor por un orificio y golpea la pared de enfrente. Otra vez tendremos dos interpretaciones. El hombre fuera del ascensor nos dice: "La luz entra al ascensor por el orificio horizontalmente en una línea recta y con velocidad constante hacia la pared opuesta. Pero el ascensor está subiendo, por lo tanto, la luz golpeará la pared no exactamente frente al orificio, sino un poco más abajo". El hombre dentro del ascensor dice: "Estoy en presencia de un campo gravitatorio. Como la luz no tiene masa, no será afectada por el campo y golpeará la pared exactamente enfrente del agujero por donde entró". Este hombre ha cometido un error. Dijo que la luz no tiene masa, pero la luz lleva energía y la energía tiene masa (recordemos que la masa  $M$  de una unidad de energía  $E$  es  $M=E/c^2$ , donde  $c$  es la velocidad de la luz) En consecuencia, la luz seguirá una trayectoria curva hacia el piso del ascensor, como dijo el observador de afuera del ascensor.

Como la masa de la energía es muy pequeña ( $c^2=300.000.000 * 300.000.000$ ) el fenómeno sólo puede ser detectado en presencia de grandes campos gravitatorios, como el producido por la gran masa del Sol: los rayos de luz se curvan cuando se le acercan. El experimento que lo comprobó (Eddington) fue la primera confirmación de la teoría de Einstein. Todos estos experimentos nos permiten concluir que podemos considerar que un sistema acelerado es galileano sólo si se introduce la presencia de un campo gravitatorio. Esto es válido para cualquier tipo de movimiento, se trate de rotaciones (el campo gravitatorio explica la aparición de la fuerza centrífuga) o de movimientos acelerados no uniformemente (lo que se traduce, en matemáticas, en el hecho de que el campo no cumple la condición de Riemann). Como vemos, El Principio de la Relatividad General concuerda completamente con la experiencia.

El ejemplo recién expuesto está tomado del libro "L'évolution des idées en Physique" (Champs Flammarion, 1982) escrito por Albert Einstein y Leopold Infeld."<sup>22</sup>

Todo esto nos conduce a pensar que nuestro sentido común está fuera de quicio, hay muchos tipos de movimientos, pero dentro de *sistemas* que ya no sabemos qué son, sino sólo por definiciones teóricas, dependiendo de "*sistemas*" *referenciales diferentes*, en *modelos de la física también diferentes*. Definiciones teóricas *construidas* por la ciencia que dejan claro que el *ser en sí* es inalcanzable. Manejando terminología kantiana, construimos el Fenómeno y el Noúmeno queda fuera de nuestra posibilidad cognoscente.

“Creo que resulta justificado que todo esto nos deje perplejos y que formulemos al mecanicista newtoniano una pregunta simple:

¿Dónde *está* por Dios, su *sistema* en el cual la inercia es válida?

Si es honesto, responderá:

-No lo sé; tengo que buscarlo. La tierra es a veces una buena aproximación a ese *sistema*, y otras veces no.

(...) Puesto que el recurso habitual para eludir una dificultad es la invención de un buen nombre, designamos con el nombre de *sistema inercial* al *sistema* en el cual son válidas las leyes de la mecánica; pero no podemos decir que “éste o aquél sea un sistema inercial.” Sólo sabemos teóricamente qué es un *sistema inercial*; es aquel en el que son válidas las leyes de la mecánica. Pero no sabemos si tales *sistemas* existen, o dónde se encuentran.” (Infeld, 1973).

## ¿EN QUÉ CAMPO SE JUEGA LA GRAVEDAD?

El rayo de luz se curva en un campo gravitacional, y el campo gravitacional deforma la trayectoria recta de un rayo luminoso.

El universo está lleno de materia, y ésta deforma el espacio-tiempo de tal suerte que los cuerpos se atraen. Un símil sería: si tomáramos una tela de goma y hacemos girar bolitas sobre ella, no la recorrerán en línea recta, sino que girarán alrededor del objeto pesado, como los planetas orbitan alrededor del Sol.

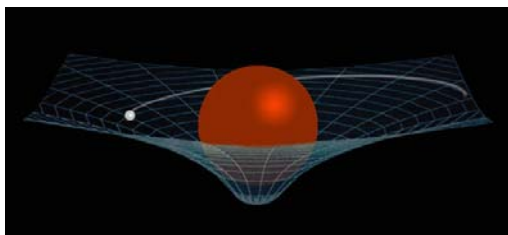


Imagen <sup>23</sup>

No podemos curvar el espacio sin involucrar asimismo al tiempo. Por lo tanto, “el tiempo adquiere una forma. Al curvar el tiempo y el espacio, la relatividad general los convierte en participantes dinámicos de lo que ocurre en el universo, en lugar de considerarlos como un mero escenario pasivo en

que se suceden los acontecimientos.” (Hawking, 2003).

<sup>22</sup> <http://www.geocities.com/juanchile/fisica/general.html>

<sup>23</sup> <http://www.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guiongeneral.htm>

Einstein utilizó la geometría de Riemann -más tarde la llamada no-riemanniana-, y predijo fenómenos de desviación de la luz que podían ser verificados. En 1919 los ingleses despacharon dos expediciones, una a Sobral, Brasil, y la otra a Príncipe, en la costa africana.

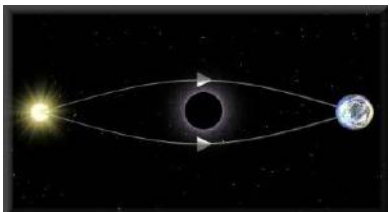


Imagen <sup>24</sup>

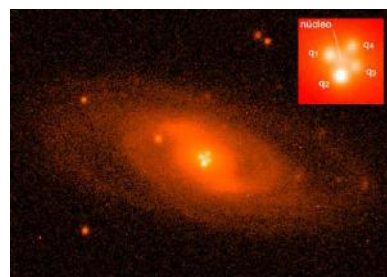
Cuando la luna eclipsó al sol y la noche interrumpió al día, los científicos fotografiaron las estrellas visibles en la vecindad del sol. Luego, durante meses, realizaron tediosos cálculos y mediciones para descubrir si los rayos luminosos se curvan en un campo gravitacional y en efecto, coincidió cuantitativamente confirmando la predicción de Einstein.

## ¿VER PARA CREER?

### LENTES GRAVITACIONALES

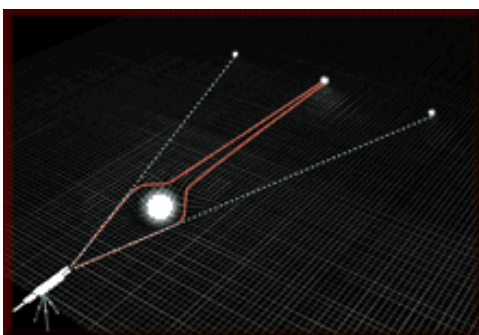
“Las lentes gravitacionales son también una predicción de la Relatividad General. El asunto es el mismo (la luz se curva cerca de una masa). Si en vez del Sol utilizamos una galaxia (formada por miles de millones de *soles*), el espacio-tiempo a su alrededor se deformará *considerablemente* y se desviará la luz de otros objetos lejanos.

Imagen<sup>25</sup>



### CRUZ DE EINSTEIN

Un caso extraordinario de lente gravitacional se descubrió en 1985 y se la llamó "Cruz de Einstein". En realidad son cuatro imágenes de un cuásar lejano superpuestas sobre la imagen de la galaxia que actúa de lente.<sup>26</sup>



Esta ilustración muestra como la luz puede curvarse y llegar hasta la Tierra pasando por ambos lados del masivo objeto, el cual actúa como un lente, de modo que se obtienen dos imágenes del lejano y brillante astro. También, a veces, el fenómeno se presenta como arcos e incluso anillos. “Tras el peso de contundentes pruebas, ¿podría ponerse en duda la curvatura real del espacio, provocada por astros de gran envergadura másica y la magnífica masa del Sol, y señalada por la trayectoria curva de los rayos lumínicos?<sup>27</sup>

<sup>24</sup> [http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05\\_05.htm](http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05_05.htm)

<sup>25</sup> Galaxia-lente gravitacional. Imagen obtenida en 1999 con el telescopio NOT, del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma)

<sup>26</sup> <http://www.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guiongeneral.htm>

<sup>27</sup> Ibid.

Einstein trata entonces, tres temas:

1. La gravitación
2. La invariancia.
3. La relación entre la geometría y la física.

1. La curvatura del espacio-tiempo en torno a las masas.  
 2. Las leyes de la naturaleza para un *sistema* arbitrario. Esto es, las leyes de la física son *invariantes* con respecto a una transformación arbitraria.  
 3. También ilumina la relación entre la *física* y la *geometría*, modificando nuestras concepciones acerca de este antiguo problema filosófico. El físico clásico suponía que nuestro espacio tridimensional era euclidiano y que el tiempo era absoluto. En la teoría especial de la relatividad considera al *espacio - tiempo* como un ámbito *tetradimensional* de nuestros sucesos (tres para el espacio y uno para el tiempo). De acuerdo con la teoría general de la relatividad, ese ámbito es de carácter no euclidiano. Así es como Einstein utiliza la geometría de Riemann<sup>28</sup> con la que puede explicar la curvatura espacio temporal.

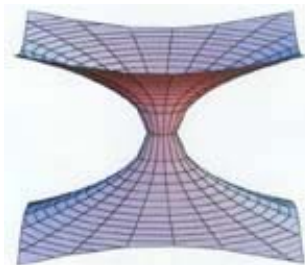
### BIDIMENSIONALES, TRIDIMENSIONALES Y CUATRIDIMENSIONALES.

Si fuéramos criaturas planas sólo conoceríamos lo de la realidad que toca nuestras dos dimensiones, teniendo tres ampliamos nuestro estado “normal” de conocer. La “normalización” de nuestra experiencia no nos permite tener la experiencia de las cuatro dimensiones unidas en solo campo, aunque Einstein sostiene que es intuitivo el ámbito tetradimensional para la física.

“Nosotros criaturas tridimensionales, debemos considerar la geometría y la física como *un solo* sistema de conocimiento. Nuestra tarea consiste en formular ese sistema único, más coherente y conveniente para la descripción de los fenómenos de la naturaleza. Es bueno si marcha en la práctica”. (Ilenfeld, 1978).

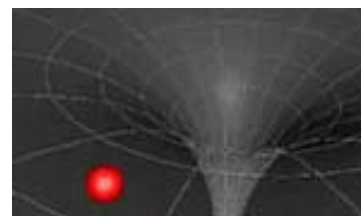
### ¿AGUJEROS NEGROS EN ATAJOS ESPACIALES?

Una especulación a partir de la teoría general de la relatividad es la posibilidad teórica de la existencia de “agujeros de gusanos” que el propio Einstein discutió con Rosen.



Las ecuaciones del campo gravitatorio de Einstein, que son las que describen la deformación del espacio, predicen que los agujeros negros se presenten en pares conectados a través de una estrecha garganta.

“Los Físicos especulan con que un par de agujeros negros podrían conectar, de esta manera, dos regiones distantes del espacio. A



<sup>28</sup> Riemann asumió una postura diferente al 5º postulado de Euclides (por un punto externo a una recta pasa una sola paralela), para él no pasa ninguna. Es decir que si se extienden las rectas siempre se cortan porque el espacio es curvo.

este tipo de conexiones (atajos) se les conoce con el nombre de "agujeros de gusano". Un gusano puede ir entre dos puntos de una manzana reptando sobre su superficie o excavar un agujero entre ellos. Los agujeros de gusano son estructuras muy complejas e inestables. Para construir uno de ellos sería necesario disponer de materia con propiedades extraordinarias. Sin embargo, si nos olvidamos de todos estos problemas y aceptamos hipotéticamente su existencia, podemos construir una máquina del tiempo con ellos.”<sup>29</sup>

Carl Sagan en su novela “Contacto” llevada al cine con el mismo nombre, pone en dicha trama la aventura de una astrónoma que realiza un “viaje” espacio temporal, que observa otros mundos, pero las cámaras fotográficas y filmaciones externas no registran. Ese viaje fue pensado por el autor basándose en estos supuestos agujeros de gusanos que están presentes matemáticamente en la teoría de Einstein - Rosen. El viaje tiene la contrapartida personal metafísica de la protagonista que no puede negar su experiencia, aunque no tiene pruebas objetivas de ello. Además de presentar los conflictos de poderes, la dificultad de la independencia de la investigación científica y los enfrentamientos entre distintos tipos de saberes, sostiene la posibilidad de que nuestro cerebro nos permita evolucionar a un pensamiento y percepción tetra dimensional, presente en quien descifra la clave del código que trae el diseño de la máquina o nave espacial. No es extraño ya que hay quienes sostienen esa posibilidad en el pensamiento del propio Einstein.

---

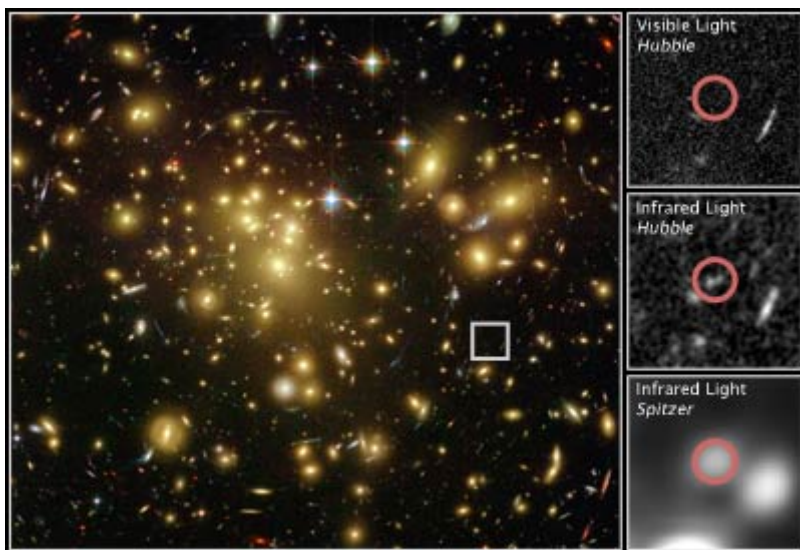
<sup>29</sup> <http://www.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guionrgeneral.htm>

## ENCONTRARON DETRÁS DEL ESPEJO UNA GALAXIA BEBE.

Llamada "cariñosamente" "A1689-zD1"

"Marzo 3, 2008

Un grupo de científicos, entre ellos la Dra. Verónica Motta (uruguaya) de la Universidad de Valparaíso descubren el objeto más lejano de la Tierra hasta el momento, una "galaxia bebé" a 12.800 años-luz de distancia.



Fuente de la imagen:  
[Hubblesite](#).

Un equipo de astrónomos utilizando los telescopios espaciales Hubble y Spitzer de la NASA, ha localizado lo que sería el objeto más lejano de la tierra conocido hasta ahora, una galaxia joven a 12.800 millones de años-luz de la Tierra cuando el universo tenía aproximadamente 700 millones de años de edad y su tamaño era apenas un 5% de su tamaño actual.

En el equipo, liderado por el Dr. Larry Bradley de la Universidad Johns Hopkins de Estados Unidos, participaron dos investigadores de universidades chilenas, el Dr. Leopoldo Infante de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Dra. Verónica Motta de la Universidad de Valparaíso.

Las imágenes provenientes del telescopio espacial Hubble permitieron a los astrónomos descubrir esta "galaxia-bebé" hoy bautizada como "A1689-zD1".

### Dice la astrónoma Verónica Motta:

"En el 2003 comenzamos una búsqueda sistemática de las primeras galaxias que se formaron en el universo. Estas galaxias están demasiado lejos y la luz que nos llega de ellas es muy débil como para verlas con los telescopios actuales. El efecto lente-gravitatoria nos dio la posibilidad de aumentar el poder de amplificación de nuestros telescopios. Concentramos entonces la búsqueda en objetos magnificados por cúmulos de galaxias más cercanos y nos encontramos con una galaxia muy joven, una de las que contribuyeron a terminar con la edad oscura del universo. Fue como encontrar una aguja en un pajar".

### Según Leopoldo Infante:

"La importancia de este hallazgo es que estudiando las galaxias más lejanas uno puede comprender procesos de formación de galaxias y los ensamblajes de la materia del universo cuando recién estaba empezando a formarse. Lo que observamos ahora es la luz que fue emitida cuando se estaba formando la galaxia, lo que nos permite recrear el momento de su formación"<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Universidad de Valparaíso. Facultad de Ciencias. Departamento de Física y Astronomía.  
<http://www.dfa.uv.cl/center/nota2008a.html>



*Entrevista.* Prof. Mario Marotti: "Me preguntas como abordan los astrónomos el tema de la construcción del conocimiento. Te cuento que hace poco un grupo de astrónomos, entre los que figura Verónica han encontrado una galaxia bebé a  $z=7.6$  ( $z$  = corrimiento al rojo, un parámetro de medida de distancia, y debido al hecho que la velocidad de la luz es finita, también una medida de tiempo). ¿Qué quiere decir esto? Que mediante los telescopios actuales y el efecto "lente" (un objeto más cercano, otra galaxia se interpone en el camino, y debido a su gran masa desvía la luz, provocando la amplificación del objeto lejano, algo así como un "telescopio natural") están llegando a ver objetos de hace 12.800 millones de años en el pasado (lo que tardó la luz en llegarnos desde ellos) cuando el universo tenía sólo el 5% de su tamaño actual y las primeras galaxias se estaban formando, por eso lo de galaxia bebé.

"Antes de eso, la formación de galaxias; se suponía que el universo estaba sumido en una especie de niebla, y por tanto no podía verse nada... La cuestión es que, la teoría actual preveía que no se iba a ver nada más allá de  $z=6$ , y ellos prueban ver objetos brillantes a  $z=7,6$  cuando las primeras galaxias se estaban formando. Esto se publicó en una revista arbitrada, es decir peer-reviewed, quiere decir que antes de ser publicado, la revista envía el artículo a diversos expertos en el tema para que digan si lo que ahí se establece puede ser o no. Cuando el artículo se publique en los próximos meses, va a resultar una patada en el tablero de los teóricos, porque van a tener que rever la teoría para que esté de acuerdo a los últimos datos obtenidos (...).

"Con respecto al trabajo de Verónica Motta, es una astrónoma observacional, o sea que el fuerte de ella está en la observación de objetos, y el modelado de los mismos. El gran trabajo de ensamblaje de todas esas cosas en un modelo único es más bien hecho por astrofísicos teóricos (cosmólogos) en base a estos datos que los astrónomos experimentales recogen".<sup>31</sup>

¿Qué plantearía Ian Hacking desde su realismo científico respecto a estos descubrimientos?

Que Popper apunta en la dirección correcta. La realidad tiene que ver con la causalidad, y nuestras nociones de la realidad se forman a través de nuestras habilidades para cambiar el mundo.

"Quizás haya dos orígenes míticos muy distintos en la idea "realidad". Una es la realidad de la representación, la otra es la idea de lo que tiene efecto sobre nosotros y sobre lo que podemos influir. El realismo científico se discute por lo general bajo el título de representación. Discutámoslo ahora bajo el título de intervención. Mi conclusión es obvia, incluso trivial. (...) La ciencia natural desde el siglo XVII ha sido la aventura del entrelazamiento de la representación y la intervención".<sup>32</sup>

---

<http://www.dfa.uv.cl/espanol/inicio.html>

<sup>31</sup> Marotti, Mario. Profesor de matemáticas, estudiante de Ciencias Físicas. Colaborador en la página web del equipo de investigación. Entrevista realizada por Martha Nalerio.

<sup>32</sup> Hacking, Ian. 1996. Representar e intervenir. México UNAM. Paidós.

¿Cuál es la intervención en la astrofísica? El problema de la existencia de las entidades teóricas es entonces, qué evidencia hay para poder afirmar que las entidades inobservables o “teóricas” existen. El realismo experimental, entendido como una tesis epistemológica, sostiene que la evidencia proporcionada por la manipulación experimental es *suficiente* para justificar la existencia de las entidades objeto de manipulación. Claro que en la astrofísica no hay experimentación sino observación, podríamos preguntarnos si el hecho de usar una galaxia como instrumento lupa para ver más allá no lo incluye en esa categoría. Toda observación está basada en teorías, construcciones teóricas, de las que no podemos afirmar su verdad pero si que hacen referencia a entidades que existen y el hecho de intervenir en ellas nos lo confirma.

Hacking hace referencia a la realidad de los objetos no observables que derivan de teorías en tanto podemos intervenir y modificarlos para nuestro uso como el caso de la teoría atómica, como puede haber sobre los primeros momentos del Universo basados en la teoría del Big Bang en los que se apoyan los datos de la galaxia bebe.

.

## SOY MÁS UN FILÓSOFO QUE UN FÍSICO.

Einstein cuenta que a menudo ha dicho: “soy más filósofo que físico”. Cuando se le preguntó ¿existe una realidad fuera de nosotros? Respondió: sí, creo en su existencia.

Uno se pregunta qué se entiende aquí por filósofo, es dentro de la escuela de positivistas lógicos, o empiristas lógicos. “De acuerdo a ellos, Einstein asiente en que la filosofía no es una ciencia, sino una actividad de clarificación, y no existen los problemas puramente filosóficos. O corresponden a otras regiones del pensamiento humano, o carecen de sentido. La filosofía especulativa fue absorbida por la ciencia. (...) Para el positivista lógico, un filósofo en su significado moderno es un hombre a quien interesan las bases de nuestro conocimiento, la clarificación de sus conceptos fundamentales”.

“Einstein considera todos los conceptos físicos como creaciones libres de la mente humana, una libre invención. Esta libertad sólo está restringida por nuestro deseo de disponer cada vez mejor la creciente riqueza de nuestras experiencias en un esquema más y más satisfactorio según los principios de la lógica. Este esfuerzo dramático por comprender parece proseguir eternamente. La historia de la ciencia nos enseña que, si bien por medio del progreso revolucionario podemos resolver nuestras antiguas facultades, a la larga siempre creamos otras nuevas. Avanzamos desde la complejidad hacia la simplicidad en virtud de nuevas e inesperadas ideas. Luego el proceso evolutivo vuelve a empezar, y conduce a nuevas dificultades y nuevas contradicciones. De esta manera vemos en la teoría de la ciencia una cadena de revoluciones y evoluciones. ¡Pero no hay retrocesos! Como si viajáramos en espiral, alcanzamos niveles cada vez más altos de comprensión, mediante los pasos consecutivos de los cambios revolucionarios y evolutivos.

Imagen<sup>33</sup>



¿Qué es lo que expresa nuestra ciencia? ¿Es la estructura de nuestro mundo externo? ¿Existe un mundo externo? El Idealista diría: “No, el mundo externo irradia de mi mente” El realista diría: Si, un mundo externo existe”. El positivista lógico afirmaría: “La pregunta no tiene sentido, y me niego a responder a preguntas insensatas”. ¿Cuál sería la respuesta de Einstein? No necesitamos conjeturarla, porque la tenemos en sus propias palabras. En su ensayo El mundo tal como lo veo, en 1929 escribió:

“Lo más hermoso que podemos experimentar es el misterio. Es la fuente de todo arte y toda ciencia de verdad. Aquel para quien esta emoción es desconocida, aquel que ya es incapaz de detenerse para maravillarse y sentirse transportado por un sentimiento reverente, vale tanto como un muerto: sus ojos están cerrados. Esta vislumbre del misterio de la vida, bien que unida al temor, ha dado también origen a la religión. El saber que lo que es impenetrable para nosotros realmente existe, manifestándose como la más alta sabiduría y la más radiante belleza, que nuestros torpes sentidos sólo pueden captar en sus formas más primitivas: este conocimiento, este sentimiento, está en el centro de la verdadera religiosidad. En este sentido, y sólo en este sentido, pertenezco a las filas de los hombres devotamente religiosos”<sup>34</sup> (Ilfeld, 1973).

<sup>33</sup> El pintor e ilustrador Ben Shan dibujó este retrato para el artículo que Albert Einstein publicó en *Scientific American* en abril de 1950. In Navarro Veguillas, Luis.

<sup>34</sup> Infeld, Leopold. Einstein. Su obra y su influencia en nuestro mundo. Bs. As. Ed. La Pleyade. 1973.

## PARA PENSAR

"Dios no juega a los dados con el universo". (El azar no existe en la naturaleza).

"Es un milagro que la curiosidad sobreviva a la educación reglada."

"La formulación de un problema, es más importante que su solución"

"En los momentos de crisis, sólo la imaginación es más importante que el conocimiento." <sup>35</sup>

*Albert Einstein*



Einstein e Infeld, 1938.

---

<sup>35</sup> [Astroseti.org/foros](http://Astroseti.org/foros)

## FUENTES

B.S.E. Almanaque 2008. Uruguay.

Bernal, John. 1979. Historia social de la ciencia. Barcelona. Ed. Península.

Capra, Fritjof. 1998. El punto crucial. Bs. As. Editorial Troquel.

Einstein, Albert. 1988. Como veo el mundo. Bs. As. Ediciones siglo XXI.

Einstein, Albert. 1993. Teoría de la relatividad. Barcelona. Ed. Altaza.

EPISTEME NS, Vol. 28, N° 1, 2008, Vareliano Iranzo. El dilema del realismo experimental.

Geymonat, Ludovico. 1985. Historia de la filosofía y de la ciencia. Barcelona. Editorial Crítica.

Geymonat, Ludovico. 1972. El pensamiento científico. Bs. As. Eudeba.

Hacking, Ian. 1996. Representar e intervenir. UNAM México. Ed. Paidós.

Hawking, Stephen. 2003. El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Editorial Crítica.

Hawking, Stephen. 2004. A hombros de gigantes. Barcelona. Editorial Crítica.

Heisenberg, Werner. 1974. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.

[http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05\\_05.htm](http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05_05.htm)

<http://www.dfa.uv.cl/espanol/inicio.html>

<http://www.dfa.uv.cl/center/nota2008a.html>

<http://www.geocities.com/juanchile/fisica/general.html>

<http://www.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guionrgeneral.htm>

Infeld, Leopold. 1973. Einstein. Su obra y su influencia en nuestro mundo. Bs. As. Editorial La Pléyade.

Kuhn, Thomas. 1996. La tensión esencial. México. Fondo de Cultura Económica.

Landau – Rumer. 1968. ¿Qué es la teoría de la relatividad? Bs. As. EUDEBA.

Navarro Veguillas, Luis. 2004. Einstein y los comienzos de la física cuántica: de la osadía al desencanto. Revista Investigación y Ciencia. Universidad de Barcelona.

Thuillier, Pierre. 1992. De Arquímedes a Einstein. T.2. Madrid. Alianza ed.

[INICIO](#) 

## Capítulo II.

### **SURGIMIENTO Y DESARROLLO DE LA FÍSICA CUÁNTICA.**

¿Qué estaba pasando a principios del siglo XX?

Todo cambio o novedad en la ciencia es producto de una sintaxis del pensamiento. Esto no muestra meros fenómenos, sino que como en el caso de teorías como la cuántica o la relativista, desde sus modelos construyen la realidad: la de la física cuántica y la de la física relativista.

La realidad no es previa a ese lenguaje científico, sino que con él se construyen los relatos. La realidad es a posteriori a algo más complejo que deviene tal vez de la evolución de seres de vida colectiva que alcanzan el nivel de la conciencia como forma adaptativa. La evolución recoge muchas cosas pero marca las que son de necesidad, el lenguaje es uno de ellos.

El hombre presenta diferentes niveles de relato de la realidad, la filosofía, el mito, la ciencia. No son diferentes enfoques de la realidad, sino diferentes niveles de comprensión, de relato, de construcción, basados en pensamientos y lenguajes dados, sobre algo que está ahí como estímulo, como pregunta, como problema a resolver.

No se parte de la nada, pero estos lenguajes tienen su sintaxis y pueden darse distintas explicaciones o relatos en la ciencia que tengan sus propias sintaxis. Lenguajes matemáticos p.e

El lenguaje y por ende el pensamiento es dado por posibilidades genéticas, el orden es dado por estructuras neuronales. Esa estructura define las necesidades adaptativas.

El relato es dado como explicación y necesario para definir lo cognoscible y lo incognoscible. Tanto más en la filosofía, pero también en la ciencia. Resulta difícil pensar la realidad fuera de la sintaxis. Así, mito, religión, filosofía y ciencia son niveles explicativos diferentes de la misma cosa. Entonces adquiere relevancia *el observador* que responde a esas reglas.

¿Cómo se formó esa sintaxis, esa forma de interpretación, de construcción de pensamiento y lenguaje?

¿Cómo se van dando distintas sintaxis en la ciencia?

Les tomó mucho tiempo a estos físicos aceptar el hecho que las paradojas encontradas eran aspectos esenciales de la física atómica, y darse cuenta que surgían cuando trataban de describir los fenómenos atómicos en términos de los conceptos clásicos. Una vez se percibió esto, los físicos comenzaron a formular las preguntas correctas y a evitar contradicciones. Como dice Heisenberg, “De alguna manera se contagiaron del espíritu de la teoría cuántica”, y finalmente encontraron la formulación matemática precisa y consistente para esa teoría. La teoría cuántica, o mecánica cuántica como también se le llama, se formuló durante las tres primeras décadas de nuestro siglo por un grupo internacional de físicos que incluyó a Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, Luis De Broglie, Edwin Schrödinger, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg y Paul Dirac. Estos hombres unieron fuerzas a través de fronteras

nacionales para dar forma a uno de los períodos más excitantes de la ciencia moderna, uno que vio no sólo intercambios intelectuales brillantes sino también conflictos humanos dramáticos, además de amistades personales profundas, entre los científicos.”<sup>36</sup>

Fue Einstein quien inició los conceptos que habrían de ser fundamentales en la teoría cuántica. En 1905 realiza estudios específicos sobre la radiación de la luz, que lo llevan en 1916 a la formulación del *fotón* como constituyente elemental de la radiación. Einstein consideró revolucionaria su contribución a este campo. Pero serán años de búsquedas y acaloradas polémicas.

No sorprende entonces conocer que en “opinión de Max Born, premio Nobel de Física de 1954: "Einstein habría sido uno de los más grandes físicos teóricos de todos los tiempos incluso si no hubiera escrito una sola línea sobre la teoría de la relatividad".”<sup>37</sup>

Werner Heisenberg en sus “*Semblanzas*” de Einstein sostiene que luego de la formulación por Plank en 1900 de la hipótesis de que la luz de los átomos no es emitida o absorbida de forma continua, sino de forma discreta en *cuantos finitos*, se abocó a conjugar ésta con la teoría ondulatoria de Huygens. Pensaba que “la luz no está formada por ondas sino por pequeños corpúsculos que se deslazan a gran velocidad, que se pueden considerar como paquetes de energía, o como decía Einstein, *cuantos de luz*. (...) Recién en los años 20 se completó la teoría cuántica y mucho más tarde se llegó a comprender la relación entre la teoría de las ondas y la hipótesis de la luz cuántica.”<sup>38</sup>

Einstein retomó la idea de Newton de que la luz era un chorro de corpúsculos y la combinó con la hipótesis de Planck de forma que propuso que no sólo los intercambios de energía entre radiación y materia estaban cuantizados sino que la propia radiación no era más que un conjunto de partículas. A éstas las denominó fotones. Los fotones portaban una energía igual a la constante de Planck por la frecuencia de la radiación. En este esquema, un aumento de intensidad de la luz significa un aumento en el número de fotones, pero todos ellos de la misma energía. En consecuencia, si se acepta que en el efecto fotoeléctrico un fotón es absorbido completamente por el metal y toda su energía se transfiere a un electrón se pueden explicar de un modo sencillo todas las observaciones sobre el efecto fotoeléctrico. Este trabajo de Einstein (1905) fue un espaldarazo importante a la teoría cuántica.

Recordando a Niels Bohr, Heisenberg relata sus experiencias con él en Gotinga entre 1922 y 1927, y el surgimiento conflictivo y excitante de la teoría cuántica.

A los 20 años, siendo aun estudiante, fue invitado por la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas para dar una serie de conferencias. Su maestro de Munich, Sommerfeld lo llevó a Gotinga donde conoció a Bohr. Comienza así una relación con él quien lo invita a conocer y discutir sus ideas, en medio de caminatas, donde expresaba sus certezas, dudas y la necesidad de precisar matemáticamente lo conocido y más adelante hacer de ello un análisis racional.

<sup>36</sup> Capra, Fritjof. 1998. El punto crucial. Bs. As. Editorial Troquel.

<sup>37</sup> Navarro, Luis. 2004. *Einstein y los comienzos de la física cuántica: de la osadía al desencanto*. Revista Investigación y Ciencia. Universidad de Barcelona.

<sup>38</sup> Heisenberg, Werner. 1974. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.

“Bohr era ante todo un filósofo, más que físico, pero sabía que en nuestro tiempo la filosofía pura sólo tiene valor cuando se acrisola en todos sus detalles a través de los implacables criterios de la experimentación.”<sup>39</sup> (Heisenberg, 1974).

Lo invita a pasar unas semanas en Copenhague, y en las vacaciones de Navidad de 1924 -recuerda-, encuentra que en contraste con él, los jóvenes físicos que rodeaban a Bohr procedentes de distintos países del mundo, dominaban varios idiomas, conocían la cultura y la poesía de otros pueblos, se manejaban con madurez y soltura en el mundo exterior y sobre todo conocían la física atómica más que él. Lo mejor que recuerda de esas semanas son las caminatas y conversaciones con Bohr donde podían hablar a solas de física. Pero Bohr parecía disfrutar también mostrándole la belleza de su querida Dinamarca, su historia y su cultura.

Acerca de las formas del pensamiento científico menciona: “Resulta aleccionador el modo con que Bohr conseguía ir adelante, a través de la interpretación física de las fórmulas, adentrándose hasta lo particular, para conseguir sí la conclusión; yo en cambio, era partidario de utilizar para la conclusión puntos de vista matemáticos y en cierto modo también de criterios estéticos. Afortunadamente, los dos modos de proceder nos llevaron a las mismas conclusiones, resultado que aproveché para intentar convencer a Bohr de que siempre que la teoría fuera sencilla y clara ocurría lo mismo”. (Heisenberg, 1974).

Bohr invitaba a físicos y matemáticos a Gotinga y también a su casa de campo compartiendo junto a su familia, donde siempre estaba la búsqueda y discusión de la mecánica cuántica. Para Heisenberg cuyos conocimientos de matemáticas, a su juicio eran insuficientes, compartir con los matemáticos Harald Bohr, Hardy de Cambridge y Bessikovic de Rusia, le dio la oportunidad de descubrir retazos de una inmensa red de amplísimas interrelaciones matemáticas que podían hallarse escondidas bajo su formulación.

En el invierno de 1925 – 26 -mientras daba sus clases en Gotinga-, trabajó en colaboración con Bohr y Jordán en el perfeccionamiento matemático de la mecánica cuántica. Estos dos habían alcanzado éxitos decisivos en el análisis matemático de la nueva mecánica e independientemente también Dirac, en Cambridge, se había ocupado del mismo problema. Schrödinger publica sus primeros trabajos (Pascua de 1926), y había conseguido demostrar la equivalencia matemática de su recién desarrollada mecánica ondulatoria, con la así mismo reciente mecánica cuántica. A Bohr le parecieron muy interesantes y concentró su pensamiento en todos los argumentos que le habían llevado a conceptos como “estado estacionario”, “saltos cuánticos”, etcétera. El tema fundamental era la *interpretación* de la mecánica cuántica. Yo -expresa Heisenberg-, creía que la influencia de la teoría de Schrödinger era más bien una herramienta de trabajo, de extraordinaria utilidad en la resolución de los problemas matemáticos, nada más. Por el contrario Bohr parecía inclinarse a incluir al dualismo –ondas y partículas- dentro de las premisas básicas de la teoría.

De acuerdo a esto Heisenberg se dedicó a la búsqueda de elementos intuitivos, concretos, la aplicación de la mecánica cuántica al espectro del helio. Influyeron las admirables mediciones que Foster de Canadá había realizado en el “efecto fuerte” del espectro del helio. Cuando vino

---

<sup>39</sup> Heisenberg, Werner. 1974. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.



a Copenhague para comprobar sus mediciones con la nueva teoría, la concordancia resultó completa. Ofrecía una de las comprobaciones más convincentes. Tan importante como años antes había sido el “efecto fuerte” en el átomo de hidrógeno.

Cuando Schrödinger se enteró de éstas derivaciones de sus estudios no lo podía creer, pues él consideraba que estaba contribuyendo a la mecánica clásica. Bohr lo invita a Copenhague, pidiéndole que no fuera sólo como conferencista sino que se quedara allí unos días para poder discutir con él sobre la interpretación de la teoría cuántica. “Estas discusiones (...) en el año 1926, son las que me han dejado más profunda huella, impresionándome, sobre todo, la personalidad de Bohr. Pues aunque era un hombre particularmente cortés y deferente con Schrödinger, en aquella polémica, en que se ventilaba el problema científico más importante de todos para él, con fanatismo, pero con sangre fría escalofriante, conseguía llegar al fondo de todos los argumentos hasta dejarlos aclarados por completo. (...) Schrödinger tuvo que reconocer que no era suficiente su concepción, ni siquiera para explicar la ley de Plank. Una vez le gritó Schrödinger al borde de la desesperación: “Si esa bobada del *cuantum* ha de ser así, lamento mucho el haberme dedicado a la teoría atómica”. A lo que Bohr contestó: “Pero si le estamos muy agradecidos por lo que ha hecho y por lo bien perfilada que nos la ha dejados”.” (Heisenberg, 1974).

Aun quedaba mucho por hacer. Valga esto para mostrar las crisis acaloradas en medio de lo cual se fue desarrollando y afirmando la física cuántica.

Bohn en colaboración con Kramer y Slater, había decidido tomar el dualismo entre los conceptos de ondas y el de corpúsculos como el punto de partida de la teoría. Las ondas representarían el campo de probabilidades, con el cual habría de renunciar al principio de la conservación de la energía para cada caso aislado. Pero Bothe y Geiger habían comprobado la validez del postulado de la conservación de la energía también para los procesos aislados.

Por su parte Heisenberg ponía su confianza en el nuevo formulismo matemático. “Por una parte, presentimos que la solución estaba al alcance de la mano, ya que disponíamos de una descripción matemática libre de contradicciones; por otra, no sabíamos cómo expresar matemáticamente ni las más sencillas situaciones experimentales, por ejemplo, la de la trayectoria de un electrón en la cámara de niebla.” (Heisenberg, 1974).

“No podíamos comprender por qué un proceso ondulatorio perfectamente localizado, por ejemplo, un paquete de ondas, no volvía después de un cierto tiempo a pasar por el mismo estado. (...) Se me ocurrió que se pudiera deducir del formalismo matemático el que no es posible saber con certeza simultáneamente la posición y la velocidad de una partícula.” (Heisenberg, 1974).

Envío por carta a Pauli un avance de su trabajo, y su contestación fue alentadora. Cuando se lo presentó a Bohr, no se mostró satisfecho ya que era partidario de la claridad en todos sus aspectos. También él había estado trabajando sobre el concepto de *complementariedad* onda – partícula.

“El colofón de esta época llena de zozobra en la historia de la teoría del cómo vino dado por las conferencias Sovay en Bruselas, en el otoño de 1927 y de 1930. Allí se reunieron Plank,

Einstein, Lorentz, Bohr, De Broglie, Bohr, Schrödinger y (de la generación joven) Kramer, Pauli y Dirac. La discusión pronto se centró en un duelo polémico entre Einstein - Bohr al tratarse el problema de si la teoría cuántica en su forma nueva podría considerarse como solución definitiva de las dificultades discutidas durante varios decenios. Einstein presentó un experimento que fue refutado con sus propias teorías, no obstante no quedó convencido, debería –sostuvo- encontrarse una única teoría que explique todo el universo sin contradicciones y sin incertidumbres.

“El papel que en la nueva teoría cuántica se asignaba a la probabilidad nunca pudo ser asimilado por Einstein, quien actuó de forma coherente con lo que —un tanto dramáticamente— había expresado por carta al matrimonio Born a mediados de 1924, ya en la antesala de la aparición de las respectivas formulaciones de Werner Heisenberg (1925) y de Erwin Schrödinger (1926): "Me resulta intolerable la idea de que un electrón expuesto a la radiación pueda escoger a su antojo el momento y la dirección del salto. Si así resultara, finalmente preferiría haber sido un zapatero remendón, o incluso empleado de casino, antes que físico". (Navarro, 2004)

Más adelante comenta: “Un total de cincuenta años de especulación consciente no me ha acercado a la solución de la cuestión: ¿qué son los cuanta de luz? Es cierto que hoy día cualquier pillo cree saber la respuesta, pero se equivoca." Carta de Einstein a Michele Besso, 12 diciembre, 1951” (Navarro, 2004).

Por su parte Max Planck, estaba estudiando la radiación de un cuerpo negro<sup>40</sup> y descubre que la energía de la radiación calórica no es emitida continuamente, sino que aparece en forma de “*paquetes de energía*”. Es a lo que Einstein llamó “cuantos” viéndolos como un aspecto fundamental de la naturaleza. Supone, decía, que la luz y cualquier otra radiación electromagnética pueden aparecer no sólo como onda electromagnética sino también como “cuantos”. Los *cuantos de luz* dieron su nombre a la teoría cuántica, han sido aceptadas desde Plank como partículas y ahora se les llama *fotones*. Se trata de partículas de tipo especial, pues no tienen masa y viajan siempre a la velocidad de la luz.

Así el modelo clásico de una descripción objetiva de la naturaleza va perdiendo validez, la naturaleza no nos muestra “ladrillos básicos” aislados sino conectados en una inmensa red de relaciones, que incluye al mismo observador.

“La lógica misma de la representación científica es la historia de la progresiva desaparición del autor – observador (científico). Esta desaparición ha llegado a ser tan completa como para permitir la representación del mundo que emerge hoy, aparentemente progresiva y sin sujeto.”<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup>Sokolovsky, Silvia. La forma del espectro de radiación térmica emitida por un cuerpo caliente depende de la composición del mismo. Sin embargo, experimentalmente se encuentra que sólo hay una clase que emite espectros térmicos de características universales, son los llamados **cuerpos negros**, cuerpos cuyas superficies absorben la radiación térmica que incide sobre ellos.

<sup>41</sup> Fox-Keller, Evelyn. 1994. La paradoja de la subjetividad científica. En Nuevos paradigmas, cultura y subjetividad. Barcelona: Paidós.

Rutherford había advertido que las partículas que emanan de las sustancias radiactivas – denominadas alfa- eran proyectiles de alta velocidad y dimensiones subatómicas, que podían ser utilizados para investigar el interior del átomo. Los resultados fueron inesperados, en lugar de partículas duras y sólidas como se había creído, los átomos se mostraron con vastas regiones de espacio vacío en el cual las partículas –electrones- se movían en torno al núcleo. Generó el modelo del átomo como un sistema planetario.

Se abandona esta visión atómica de Rutherford, ahora la física cuántica claraba que incluso estas partículas no se asemejan en nada a los objetos sólidos de la física clásica. Las entidades subatómicas son entidades muy abstractas que tienen un aspecto dual. Dependiendo de cómo las veamos, aparecen a veces como partículas y otras como ondas, naturaleza dual que es también de la luz.

Se presentan varios enigmas –plantea Capra (1983):

- ¿por qué no podemos entonces atravesar las paredes si la materia está compuesta casi en su totalidad por vacío?
- La extraordinaria estabilidad mecánica de los átomos. “En el aire los átomos colisionan entre sí millones de veces por segundo y, sin embargo, después de cada colisión vuelven a su forma original. Ningún sistema planetario que siguiese las leyes de la mecánica clásica saldría jamás de estas colisiones sin sufrir alteración.”<sup>42</sup> Los átomos de Oxígeno seguirán con su configuración de electrones (O<sub>2</sub>) independientemente de las veces que colisione con otros átomos, serán siempre idénticos.

La física cuántica ha demostrado que se debe a la naturaleza ondular de los electrones. No se piensa en términos de modelo planetario, más que partículas –como bolas de billar- que giran alrededor del núcleo, se imaginan ondas de probabilidad ordenadas en diferentes órbitas. No ondas “reales” como las sonoras o las ondas de agua, sino “ondas de probabilidad”

Volviendo a Plank, son interesantes sus planteos filosóficos a partir de la radiación de la luz y la teoría atómica. Heisenberg en sus “Semblanzas” dice que por segunda vez se plantea el problema de la materia.

La relación entre ciencia y filosofía, sólo es posible cuando por medio del descubrimiento pueden plantearse o resolverse problemas de tipo muy general; problemas cuyo alcance no se limita a una rama dentro de las ciencias naturales, sino a los métodos científico en general, o a las premisas básicas de todas las ciencias naturales.

“El interés del investigador de la naturaleza por el modo de pensar filosófico va por otros caminos. Ante todo le interesa el modo de plantear los problemas y sólo, en segundo lugar, las respuestas a los mismos. Considera positivo el planteamiento de los problemas y sólo, en segundo lugar, las respuestas a los mismos. Considera positivo el planteamiento de los problemas cuando éstos resultan útiles para el desarrollo del pensamiento humano. Las respuestas, en la mayoría de los casos, están condicionadas por la época y van perdiendo su valor a medida que el tiempo aporta nuevos hechos. (...)”

---

<sup>42</sup> Capra, Fritjof. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.

Nuestro deber consiste en sacar el mayor partido de los hechos nuevos así como de las preguntas, nuevas o antiguas”. (Heisenberg, 1974).

¿Cuáles fueron las cuestiones generales surgidas en la época del descubrimiento de Plank, a propósito del problema específico de la radiación de la luz? ¿Qué significado puede tener la fórmula de Plank para la filosofía?

Que se volviera a plantear por segunda vez aquel problema, que ya dos milenios y medio antes habían discutido Platón y Demócrito, y que determinó la divergencia de opiniones entre estos dos filósofos.

El pensamiento sistemático de los filósofos griegos, desde Tales hasta Demócrito, había ido siempre en busca de la partícula más pequeña de materia. En las *Paradojas*, allí donde Parménides sitúa la polaridad “ser-no ser”, Demócrito situó la polaridad “lleno-vacío”, es decir, los átomos y el espacio vacío.

También Platón tomó elementos sustanciales de la atomística. A los 4 elementos: tierra, agua, aire y fuego les atribuye 4 clases de partículas. Éstas son imágenes fundamentales, matemáticas, de alta simetría:

Las más pequeñas:

- del elemento tierra: hexaedros regulares.
- Del agua como icosaedros
- Del aire como octaedros y
- Del fuego como tetraedros.

Pero según Platón, estas partículas elementales no son indivisibles, pueden descomponerse en triángulos y ser de nuevo construidas mediante triángulos. De ahí que con partículas elementales de aire y una elemental de fuego se pueda construir una partícula elemental de agua. Los triángulos no son materia, sino solamente formas matemáticas. Según Platón, la partícula elemental no es tampoco lo finalmente existente, inmutable e infraccionable.

Platón adjudicó a las partículas elementales la forma matemática, porque ésta es la forma más bella y sencilla. La raíz última de los fenómenos no es tampoco la materia, sino la ley matemática, la simetría, la forma matemática.

Los átomos eran algo existente, sin más; no eran fraccionarios, eran inmutables; lo propiamente existente, a partir de lo cual había que explicar todo lo demás, pero que, por su parte, no necesitaba de más explicaciones.

Para el científico es posible que la diferencia entre estas dos concepciones no sea muy importante, dado que se manejan con ecuaciones matemáticas. Pero entre Demócrito y Platón se daban estas diferencias.

“Pero ¿qué relación puede tener el descubrimiento de Plank con ese antiguo problema? La química del siglo XIX consideraba los átomos como las partes más pequeñas posibles de los elementos químicos. No eran, por tanto, objeto de investigación. El rasgo de discontinuidad o

inconstancia que había mostrado en la estructura atómica de la materia tuvo que aceptarse sin otra explicación. Pero el descubrimiento de Plank hizo ver claramente que este mismo elemento de discontinuidad también aparece en otro lugar, es decir, en la radiación del calor, y claro está que tal discontinuidad no puede considerarse ya como consecuencia de la estructura de la materia". (Heisenberg, 1974).

La constante de Plank es un número matemático que corrige matemáticamente la forma en que se puede medir la energía, un cuanto es una cantidad de energía que no puede ser menos que esa. Tiene una cantidad discreta, lo opuesto a lo continuo, es decir que no puede ser menos que esa.

Planck encontró que sólo es posible describir la radiación del *cuerpo negro* de una forma matemática que corresponda con las medidas experimentales, si se hace la suposición de que la **materia sólo puede tener estados de energía discretos y no continuos**. *Aunque a nivel macroscópico no parece ser así, a nivel microscópico resulta ser cierto*. El minúsculo valor de la constante de Planck significa que a nivel macroscópico es despreciable el efecto de esta "**cuantización**" o "**discretización**" de los valores energéticos posibles, y por tanto los valores de la energía de cualquier sistema nos parece que pueden variar de forma continua.

Planck cambia, con esta hipótesis, el supuesto básico de la mecánica clásica, en la que lo continuo se usa y entiende de forma natural. Planck inauguró una nueva forma de pensar en física, que se ha desarrollado a lo largo de todo el siglo XX gracias al esfuerzo de numerosos y brillantes pensadores. La constante de Planck es uno de los números más importantes del universo al alcance del conocimiento humano. *Su trascendencia real a nivel físico y filosófico aún no se conoce completamente*.

El mismo Planck, cuando publicó sus resultados de la radiación del cuerpo negro, afirmaba que su hipótesis sin duda debía ser falsa. Que debía sin duda estar equivocado o haber pasado algo por alto. El tiempo ha demostrado que se equivocaba al pensar que se equivocaba, es decir: el universo es cuántico (no continuo) sin ningún género de dudas.

Heisenberg sostiene que el descubrimiento de Plank hizo sospechar que este rasgo de inconstancia en el suceder natural que se manifiesta independientemente en la existencia del átomo y en la radiación del calor, es consecuencia de una ley natural universal. Volvió a introducirse en las ciencias de la naturaleza el pensamiento de Platón, que atribuye la estructura atómica de la materia, en definitiva, a una ley matemática, a una simetría matemática. Se puede comparar con Schrödinger quien toma como base a los atomistas griegos y sostiene una postura de continuidad progresiva en la ciencia hasta nuestros días.

“Las ciencias están hoy inmersas en un proceso de reconstrucción conceptual. En lo que toca a la materia, los atomistas griegos nos legaron un proyecto: intentar conciliar la permanencia y el cambio. De ahí la idea de combinaciones temporarias de elementos permanentes: antiguamente los átomos y moléculas, hoy las partículas elementales. Ahora bien, uno de los descubrimientos fundamentales de la ciencia en los últimos años es Justamente la inestabilidad de las partículas elementales.”<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Prigogine, Ilya. 1985. *Ciencia y azar*. Revista “Recherche”. Paris.

Tuvo que pasar un cuarto de siglo de la constante de Plank, antes de que apareciera una formulación matemática libre de contradicciones, basada en la teoría de **Bohr sobre la constitución atómica**. Aun así se está lejos de llegar a una comprensión completa de la estructura de la materia.

El descubrimiento de Plank reveló la posibilidad de otro tipo de ley natural. Las leyes de la mecánica de Newton, por ejemplo, podían ser aplicadas al movimiento de una piedra al caer, a la trayectoria de la luna alrededor de la Tierra, o al choque de una partícula atómica. Y parecía que todo ocurría así, fundamentalmente, en todas partes. Pero la teoría de Plank contenía la denominada “constante de acción”. Con ella se introdujo en la naturaleza una escala de determinación. Como los sucesos de nuestra experiencia diaria siempre tienen que ver con efectos que son muy grandes frente a la constante de Plank, se habló de la posibilidad de que los fenómenos a escala nuclear mostraran rasgos que escapan a nuestra observación inmediata. Puede darse el caso de procesos que para su obtención necesiten la observación experimental, y para su análisis racional precisen de los medios matemáticos, ya que no disponemos de imagen alguna de ellos.

“El carácter no intuitivo de la física atómica moderna se basa en la existencia del **Quantum de acción** De Plank, en la existencia previa de una determinación de medidas atómicas en las leyes de la naturaleza”. (Heisenberg, 1974).

En la física moderna aparecen dos constantes:

- la de Plank
- la velocidad de la luz.

La constante de la velocidad de la luz si bien ya era conocida no se comprendió como medida de las leyes de la naturaleza hasta que Einstein la aclaró con su teoría de la relatividad.

Nuestra experiencia cotidiana opera casi siempre en medio de procesos de movimiento que transcurren despacio en relación a la velocidad de la luz. Por eso no es sorprendente que no podamos captar los procesos en movimiento que discurren a velocidades cercanas a la de la luz.

Al principio, el descubrimiento de Planck se limitó a apuntar las posibilidades de reducir la estructura atómica de la materia a leyes naturales, formuladas matemáticamente.

### **ALIMENTANDO LA ESPERANZA.**

Einstein albergaba la esperanza de alcanzar una teoría unitaria de campos desde la teoría de la relatividad:

1. campo gravitatorio,
2. fuerzas electromagnéticas,
3. ondas materiales, como campos de uniones químicas,
4. distintos campos de ondas, que pueden incluir, de acuerdo a la teoría cuántica distintas partículas elementales.

La teoría cuántica de Plank no podía ser aceptada por Einstein pues no coincidía con su visión filosófica sobre la tarea de las ciencias exactas. Consideraba incorrecto que las leyes de la naturaleza hubieran de referirse no a hechos objetivos, sino a hechos meramente posibles o probables.

Hoy muchos científicos siguen buscando el “elixir” de la unificación. Otros junto a Kuhn, prefieren hablar de distintos paradigmas dentro de la ciencia física, en tanto Prigogine plantea:

“No me gusta mucho la palabra paradigma. Es verdad que en la física clásica había una especie de paradigma, un esquema único y fundamental: el de la dinámica, al cual todas las otras áreas debían ser reducidas. Mientras que hoy el mundo de la física tiene al mismo tiempo modelos como el del péndulo, con su ley reversible, y también reacciones químicas caracterizadas por la irreversibilidad de la flecha del tiempo. No creo que sea posible, ni deseable, reunir todas las posibilidades en un sólo y único modelo. En contrapartida pienso que es preciso saber superar las contradicciones para poder pasar de un modo de descripción a otro. En definitiva: ¿no vivimos acaso en un sólo universo?”<sup>44</sup>

Para los físicos atómicos la teoría cuántica de Plank se presentaba como la llave adecuada para la comprensión del sistema total de relaciones.

El antagonismo entre fuerza y elemento químico que había desempeñado un decisivo papel en la filosofía naturalista del siglo XIX, ya se había difuminado bastante en el dualismo, analizando matemáticamente, entre onda y corpúsculo, o entre campo de fuerza y partículas elementales de materia, de modo que quedaba ya el camino para llegar a una teoría unitaria de los campos y de la materia.

Antes se hablaba de ley, tal vez fuera más acertado decir que se trata de estructuras básicas de la naturaleza, formulables matemáticamente. (Prigogine, 1985)

#### EXISTEN DOS MODELOS DE INTERCONEXIONES:

- teoría cuántica
- teoría de la relatividad.

Estas dos teorías han aportado modificaciones decisivas a nuestra imagen del mundo, pues han puesto de manifiesto que nuestras experiencias cotidianas tienen validez tan sólo para un campo muy reducido de la experiencia.

En la física clásica todo se determinaba midiendo y así se establecía su relación causal. En la cuántica la medición es en sí una circunstancia objetiva, como en la física anterior, pero lo problemático es el resultado, ya que la medición influye sobre el proceso atómico que se quiere medir, y no hay forma de separar plenamente este efecto. “No podemos concebir los

<sup>44</sup> Prigogine, Ilya. Ciencia y azar. Rev. “Recherche”. Paris. 1985.

fenómenos de la naturaleza a escala atómica tal y como lo hacemos para los que transcurren a escala normal. La aplicación de nuestros conceptos normales se ve limitada por las llamadas “relaciones de indeterminación”. No podemos fijar en formulas matemáticas sucesos objetivos, sino la probabilidad de que aparezcan ciertos fenómenos. No el hecho en sí, sino la posibilidad de que ocurra –la “potencia” que diría Aristóteles- está estrechamente sometida a las rígidas leyes naturales”. (Heisenberg, 1974)

Para ejemplificar tomemos el "gato de Schrödinger", quien en 1937 inspirado en el "gato de Chesire" de Lewis Carroll en “Alicia en el país de las maravillas” propone la paradoja de un experimento mental para explicar la dualidad onda-partícula y la imposibilidad de saber como está el gato hasta que el observador intervenga.

Imagina a un gato metido dentro de una caja que también contiene un curioso y peligroso dispositivo. Este dispositivo está formado por una ampolla de vidrio que contiene un veneno muy volátil y por un martillo sujeto sobre la ampolla de forma que si cae sobre ella la rompe y se escapa el veneno con lo que el gato moriría. El martillo está conectado a un mecanismo detector de partículas *alfa*; si llega una partícula *alfa* el martillo cae rompiendo la ampolla con lo que el gato muere, por el contrario, si no llega no ocurre nada y el gato continua vivo.

El gato vendrá descrito por una función de onda extremadamente compleja resultado de la superposición de dos estados combinados al cincuenta por ciento: "gato vivo" y "gato muerto". Aplicando el formalismo cuántico, el gato estaría a la vez vivo y muerto; se trataría de dos estados indistinguibles y se definiría al intervenir un *observador*. O sea, cuando no se “mira” existen las dos probabilidades, cuando *se observa*, se da una.

Cuentan que Einstein irónicamente preguntaba si la luna no estaría allí a menos que él la mirara. Claro que la luna es un objeto muy grande para ser interpretado por la mecánica cuántica. El gato también, pero Schrödinger juega con la idea para dar la posibilidad de pensarlo.

“Si se considera como definitivo el paso de la física clásica a la teoría cuántica y se supone también que las ciencias exactas en el futuro han de incluir entre sus fundamentos el concepto de probabilidad o de posibilidad, de “potencia”, entonces se nos presentan muchos problemas de la filosofía del pasado bajo un nuevo aspecto; y, por otro lado, el estudio de estos problemas puede sernos de gran ayuda para profundizar en la comprensión de la teoría cuántica. Ya hemos mencionado el concepto de “potencia” en la filosofía de **Aristóteles**. También dentro de la filosofía moderna, con sus distintos sistemas.

En la filosofía de **Descartes** jugaba un papel decisivo el contraste entre la “res cogitans” y la “res extensa”, y la escisión abierta por estos dos conceptos en el mundo tuvo gran influencia en el pensamiento de los siglos posteriores. (...)

En la física cuántica se ve el contraste desde un punto de vista distinto al anterior. Nos obliga a pensar indeterminadas zonas de comunicación, relacionadas entre sí por aquella relación que Bohr denominó como “complementariedad”. Las zonas de interconexión pueden permanecer cerradas por una parte, pero, en cambio, por otra, pueden también complementarse; de modo que para ver toda la unidad completa es precisa una visión de conjunto. La matemática de la teoría cuántica nos muestra clarísimamente cómo esto es posible. En comparación con la con



la física clásica, la teoría cuántica no quiere ya saber nada de la escisión del mundo en dos partes, propia de la filosofía cartesiana.

**Kant** situó los llamados “juicios sintéticos a priori” y las formas intuitivas apriorísticas en el centro de su filosofía. Ciertamente, en la nueva interpretación de la teoría cuántica también se admiten los conceptos fundamentales de física clásica como elementos apriorísticos; hasta aquí contiene la teoría cuántica una buena parte de la filosofía de Kant. Pero al mismo tiempo sólo se atribuye una importancia relativa a lo apriorístico, ya que, contrariamente a la concepción y al pensamiento de Kant, no tienen ya valor los conceptos “a priori” como bases inmutables de las ciencias exactas.

Se ha hablado con mucha frecuencia de los elementos **positivistas** de la teoría de la relatividad y de la teoría cuántica. Mach en especial. Pero en su versión aceptada hoy día, no admite las impresiones sensoriales como lo existente primariamente, que es lo que hace el positivismo. En la teoría cuántica, si hay algo que deba calificarse de primariamente dado, es la realidad, la cual sólo puede describirse con las definiciones de la física clásica.

Como **la teoría cuántica** ha surgido en estrecha conexión con la teoría atómica, se halla, a pesar de su estructura teórica del conocimiento, en relación próxima con la filosofía que sitúa a la materia en el centro de su sistema. Pero el desarrollo de los últimos años, del que hablaremos ampliamente, ha descrito **un viraje muy marcado desde Demócrito hacia Platón**, si queremos hablar en términos de la filosofía griega antigua. Efectivamente, el descubrimiento de Plank contiene la demostración de que la estructura atómica de la materia puede concebirse como expresión de imágenes matemáticas insitas en las leyes naturales.” (Heisenberg, 1974).

Existen investigaciones realizadas sobre la relación de la teoría cuántica con la lógica. Weizsäcker sostiene que podrá llegarse a relacionar la interpretación teórica-cuántica de los procesos atómicos con una ampliación de la lógica.

Además de lo dicho, el análisis epistemológico de la teoría cuántica contiene, especialmente en la forma que Bohr le dio, muchos rasgos que recuerdan los métodos de la filosofía hegeliana. Éste se sorprendió al descubrir en la filosofía taoísta la concepción de dualidad – yin- yang- y de complementariedad de estos opuestos. En su escudo heráldico puso el símbolo taoísta.<sup>45</sup>

Las teorías de la relatividad y cuántica pusieron de manifiesto determinadas estructuras fundamentales de la naturaleza, desconocidas hasta entonces. La teoría de la relatividad puede describirse brevemente del siguiente modo: podemos incluir en la palabra “pasado” todos los hechos, al menos los más importantes, de los que podemos tener algún conocimiento, y bajo la palabra “futuro” todos los otros acontecimientos sobre los que, al menos en principio, podemos influir aún. En nuestra experiencia estos dos terrenos se hallan separados tan sólo por el *momento*, ilimitado en el tiempo, el que denominamos “momento actual”. Esta afirmación se basa en que no se puede desplazar a mayor velocidad que la de la luz. Existe siempre un

---

<sup>45</sup> Para Niels Bohr, el diagrama yin-yang simbolizaba el principio de complementariedad. Escogió al símbolo yin-yang como su escudo de armas. [www.books.google.com.uy/books](http://www.books.google.com.uy/books)

límite muy marcado de espacio-tiempo entre los sucesos de los que podemos tener conocimiento y aquellos de los que ya no podemos conocer nada más; existe otro límite entre los sucesos sobre los que podemos influir y aquellos, sobre los que ya nada podemos hacer.

La energía eterna, propia del electrón, ha impedido durante mucho tiempo la descripción satisfactoria de los comportamientos de las partículas elementales. La teoría cuántica y la teoría de la relatividad, evidentemente, no pueden acoplarse sin dificultades.

Para que puedan acoplar estas dos teorías es necesario contar con la tercera estructura fundamental, ligada a la existencia de una longitud universal y que es de una magnitud del orden de  $10^{-13}$  cms.

Con Rutherford y Bohr los últimos pilares de la materia eran, las tres clases más importantes de partículas elementales, los protones, los neutrones y los electrones. Pero, según se sabe por experimentos posteriores, existen aún otras muchas clases de partículas elementales, que se diferencian de las citadas, sobre todo, por su corto plazo de vida, es decir que decaen muy rápidamente por radioactividad transformándose en otras partículas elementales. Se descubrieron los mesones y los hiperones, y hoy día se conocen más de treinta clases diferentes de partículas elementales, la mayoría de las cuales sólo tiene una vida de brevísima duración.

El físico matemático Paul Dirac no sólo tuvo un enorme éxito al dar cuenta de los finos detalles de la estructura atómica, sino que también reveló una simetría fundamental entre la materia y la antimateria. Predijo la existencia del anti-electrón con la misma masa que el electrón, pero con carga opuesta. Esta partícula fue descubierta dos años después de que Dirac la predijera, el positrón. "La simetría entre materia y antimateria significa que para cada partícula existe una antipartícula de igual masa y de carga opuesta" (Capra, 1983). El proceso de aniquilación fue una confirmación más de la ecuación de Einstein que interrelaciona masa y energía.

"Si comparamos la teorías de Heisenberg y de Schrödinger con la formulada por Dirac, ésta aparece más abstracta y más general pero las sobrepasa por su poder de interpretación y de previsión. Un impresionante ejemplo de la prodigiosa fuerza de la teoría es la introducción automática del espín en la ecuación, con el cual, algunos años antes, Uhlenbeck y Goudsmit habían dotado hipotéticamente al electrón. En efecto, es un éxito extraordinario que las ecuaciones de Dirac, obtenidas con ayuda de razonamientos muy generales, en los que para nada interviene la hipótesis del espín, contengan en sí todas las propiedades del electrón magnético y giratorio. "La hazaña, dice De Broglie, de hacer surgir el espín de ecuaciones establecidas con independencia de él, es uno de los resultados más notables de la física teórica contemporánea, que sin embargo, contiene tantos".<sup>46</sup>

Entonces la pregunta sobre la división de la materia es vista desde otra óptica. Cuando las partículas colisionan con altas energías, generalmente se rompen en pedazos, pero estos pedazos no son más pequeños que las partículas originales. Son de la misma clase y son creadas por la misma energía cinética. Podemos dividir la materia una y otra vez sin obtener

---

<sup>46</sup> [www.astrocosmo/pauldirac.htm](http://www.astrocosmo/pauldirac.htm)

trozos más pequeños. Esto es incomprensible para el sentido común y la mecánica clásica. Las partículas subatómicas son a la vez destructibles e indestructibles. Parece absurdo.

A nivel cuántico no se puede sostener el concepto estático de “objetos”, de “ladrillos básicos” que los componen. Se suele adoptar los conceptos *dinámico y relativista*, y así desaparece el absurdo. “Las partículas son pues consideradas como patrones dinámicos, o procesos, que implican una cierta cantidad de energía, que aparece ante nosotros como su masa” (Capra, 1983).

## TENDENCIAS ACTUALES.

“En 1967 el físico de Harvard, Steven Weinberg (1933- ) dio un gran paso adelante hacia la realización de una «teoría del campo unificado». Ésta comprendería las cuatro fuerzas aparentemente distintas de la naturaleza: gravedad, electromagnetismo y las fuerzas nucleares débil y fuerte. La fuerza nuclear débil se manifiesta al expulsar partículas del núcleo en la desintegración radiactiva y la fuerza fuerte une las partículas nucleares. El modelo de Weinberg describe el electromagnetismo y la fuerza nuclear débil como distintas manifestaciones del mismo fenómeno.

Notables aportaciones a la teoría electrodébil, aplicable a las partículas elementales, fueron desarrolladas por el físico paquistaní, profesor de Física Teórica del Imperial College de Londres, Abdus Salam (1926 – 1996). A partir de entonces se conoció el modelo de Weinberg - Salam. En 1970 Sheldon Glashow (1932- ), otro físico de Harvard, extendió la teoría de este modelo a todas las partículas conocidas. En 1979, Weinberg, Salam y Glashow compartirían el Premio Nóbel de Física.

A finales de los años setenta, una teoría del campo sobre la fuerza nuclear fuerte, Cromodinámica Cuántica, se integró con la teoría electrodébil de Weinberg y Salam para formar el **modelo estándar**. De las cuatro fuerzas, la única que queda fuera de esta teoría unificada es la gravedad. El científico holandés Gerardus't Hooft (1946- ) y su colega Martinus J Veltman (1931- ) merecieron el premio Nóbel de Física de 1999 por sus relevantes aportaciones en el desarrollo de las matemáticas necesarias para explicar el modelo estándar.”<sup>47</sup>

## A CADA CUAL POR SU NOMBRE.

Según Capra, en la actualidad existen en la física de las partículas dos tipos de “teorías cuántico-relativistas” que dan resultados satisfactorios en diferentes campos:

1. Teorías cuánticas del campo que explican las interacciones electromagnéticas y las interacciones débiles. La electrodinámica cuántica, teoría de Weinberg – Salam le llama interacciones “electrodébiles” pues las enlazan matemáticamente.
2. Teoría de Matriz-S que explica satisfactoriamente las interacciones fuertes.

---

<sup>47</sup> Delgado Castillo, Rolando y Ruiz Martínez, Francisco. La era atómica y el desarrollo de la física en el siglo xx. Universidad de Cienfuegos.

Están basadas en el concepto de campo cuántico, ente fundamental que puede existir de forma continua como campo, y en forma discontinua como partículas, existiendo diferentes clases de partículas que se asocian con diferentes tipos de campos. Han sustituido la idea de partículas como objetos básicos por el concepto más sutil de campos cuánticos.

La cromodinámica cuántica, trata con las interacciones fuertes. Las interacciones entre hadrones son tan fuertes que la diferenciación entre partículas y fuerzas se hace borrosa. Hasta ahora han fracasado los intentos de unificar en una sola teoría la explicación de las interacciones débiles y las fuertes, ambas tienen aplicaciones parciales. Las interacciones fuertes mantienen unidos a los neutrones y los protones en el núcleo atómico. Constituyen la fuerza nuclear fuerte.

La cromodinámica cuántica es la formulación matemática actual del modelo del *quark*, “cromo” se refiere a la propiedad *arbitraria* de color de estos campos de *quarks*.

“Durante las últimas décadas el modelo del quark tuvo que ser desarrollado y refinado considerablemente pues se descubrieron muchas partículas nuevas en los experimentos de colisión con energías cada vez mayores. (...) a los tres quarks postulados inicialmente y etiquetados con los calificativos de “arriba”, “abajo” y “extraño” considerados en tres colores diferentes”, se agrega un cuarto quark también en tres colores diferentes que fue etiquetado como “encanto”; (...) han aparecido otros que fueron designados poéticamente como “top”, “bottom”, “true” y “beatifull”, seis calificativos o sabores y tres colores”<sup>48</sup> En el modelo llegan a 18.

Algunos físicos han encontrado a este tipo *poético* de “ladrillos básicos” muy numerosos y poco atractivo. No obstante el modelo matemático, a nivel experimental se ha buscado quarks libres sin éxito. Éstos parecen estar confinados dentro de los hadrones.

Pese a todo algunos físicos persisten en encontrar los “ladrillos básicos” tan arraigada en nuestra tradición científica.

Las partículas se dividen en *leptones* (neutrino, electrón y muón) y *hadrones* que a su vez se subdividen en *mesones* (pión, kaón y eta) y *bariones* (protón, neutrón, lambda, sigma, cascada y omega). Todas estas partículas pueden ser creadas y aniquiladas en procesos de colisión. Algunas duran tan poco que no pueden ser captadas dentro de la cámara de burbujas y sólo se pueden deducir de manera indirecta.

Pero todas ellas entran dentro de las cuatro categorías de *interacciones*:

- Fuertes
- Electromagnética
- Débiles
- Gravitacionales

---

<sup>48</sup> Capra, Fritjof. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.

Las electromagnéticas y las gravitacionales son captadas en el mundo macroscópico y las fuertes y débiles sólo en el microscópico mundo subatómico constituyendo también el primero.

En los últimos años los físicos se han abocado a partir de los *patrones simétricos* en el mundo de las partículas, a la búsqueda de un “simetría básica” que incorpore todas las partículas conocidas y “explique” la estructura de la materia.

“Este deseo refleja una actitud filosófica heredada de los antiguos griegos cultivada a lo largo de muchos siglos. La simetría, junto con la geometría, jugaba un importante papel en la ciencia, la filosofía y el arte griegos, donde se la identificaba con la belleza, la armonía y la perfección”<sup>49</sup>

En los pitagóricos patrones numéricos simétricos como esencia de todas las cosas; Platón creía que los átomos de los cuatro elementos tenían formas sólidas regulares y los astrónomos griegos creían que los cuerpos celestes seguían el movimiento circular con el más alto grado de simetría. En contraste, las tradiciones orientales utilizan modelos simétricos para la meditación, pero la simetría igual que la geometría, se cree que es un elaboración de la mente, más que una propiedad de la naturaleza, y por ello carece de importancia fundamental. (Capra, 1983).

Esta nueva visión de la realidad presentada por la física de las partículas se contrapone a la búsqueda de la simetría “estática” heredada de la tradición helénica. Pero existe una escuela “dinámica” de pensamiento que no considera a las partículas como los elementos fundamentales de la naturaleza, sino que intenta entenderlos como una consecuencia de la naturaleza dinámica y de la interacción esencial que tiene lugar en el mundo subatómico Como el concepto de campo cuántico, o el holomovimiento que Bohm describe como *indefinible e inmensurable*.

Este modelo ha sido estudiado y comparado con el pensamiento oriental por Capra en la búsqueda de la visión de la realidad que surge a partir de la física moderna encontrando concordancias por demás interesantes.

Hemos recorrido la historia y presentado aspectos de los debates que se han sostenido y continúan como en todo pensamiento científico que se precie de *abierto* en lo que concierne a la teoría cuántica.

Schrödinger recomienda “no perder nunca de vista el papel que desempeña la disciplina que se imparte dentro del gran espectáculo tragicómico de la vida humana; mantenerse en contacto con la vida –no tanto con la vida práctica, sino más bien con el trasfondo idealista de la vida, que es aun mucho más importante. Si –a la larga- no consigues explicarle a la gente lo que has estado haciendo, el esfuerzo habrá sido inútil”<sup>50</sup>

<sup>49</sup> Capra, Fritjof. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.

<sup>50</sup> Schrödinger, Edwin. 1985. Ciencia y humanismo. Barcelona. Pasquet Editores.

## FUENTES.

Bernal, John. 1979. Historia social de la ciencia. Barcelona. Ed. Península.

Bohm. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Ed. Kairós.

Capra, Fritjof. 1983. El tao de la física. Málaga. Ed. Sirio.

Delgado Castillo, Rolando y Ruiz Martínez, Francisco. La era atómica y el desarrollo de la física en el siglo XX. Universidad de Cienfuegos.htm

Fox-Keller, Evelyn. *La paradoja de la subjetividad científica*. In D. Fried Schnitman. Nuevos paradigmas, cultura y subjetividad. Bs. As. Paidós. 1994.

Geymonat, Ludovico. 1985. Historia de la filosofía y de la ciencia. Barcelona. Ed. Crítica.

Gómez, M. A. El rincón de la ciencia. Nº 12 Julio-2001.

<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-31/RC-31.htm>

Heisenberg, Werner. 1986. Cuestiones cuánticas. Barcelona. Ed. Kairós.

Heisenberg, Werner. 1964. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.

Navarro, Luis. *Einstein y los comienzos de la física cuántica: de la osadía al desencanto*.

Revista Investigación y Ciencia. Universidad de Barcelona. 2004.

Prigogine, Ilya. *Ciencia y azar*. Revista Recherche. Paris.1985.

Schrödinger, Edwin. 1985. Ciencia y humanismo. Barcelona. Pasquet editores.

[www.astrocosmo/pauldirac.htm](http://www.astrocosmo/pauldirac.htm)

[INICIO](#) 

## Capítulo III.

### EL VUELO DE ÍCARO.

#### APLICACIONES DE LA FÍSICA CUÁNTICA.

“A la hora de juzgar debemos despersonalizar, olvidar los prejuicios seductores, propios o ajenos, y ver las cosas, según decía Gracián, como si fueran contempladas por primera vez. Y no temamos a las investigaciones técnicas futuras, porque si los hechos han sido bien observados, ellos perdurarán aunque cambien las interpretaciones.”

*Don Santiago Ramón y Cajal.*

Richard Feynman, premio Nobel de física comentaba que a quien no le deje pasmado la física cuántica es que no la ha comprendido.

En Mareo Cuántico, Sergio Regules.<sup>51</sup> Comenta que ya en 1905 Albert Einstein echó mano de la hipótesis cuántica para entender por qué ciertos metales emiten electricidad cuando les da la luz (efecto fotoeléctrico). En 1913 Niels Bohr la usó para explicar por qué los átomos, en ciertas circunstancias, emiten luz de colores que son característicos de cada sustancia (espectros atómicos).

Para 1930 la hipótesis cuántica ya había dado lugar a una teoría completa del mundo de lo muy pequeño: la mecánica cuántica.

#### Importancia de la mecánica cuántica

La mecánica cuántica es la teoría más exacta y versátil de la física. Está detrás de una asombrosa gama de aplicaciones tecnológicas. Le deben su existencia las computadoras, la tecnología láser, las cámaras de video, los paneles solares y tecnología médica para ver el interior del cuerpo.

Además de útil desde el punto de vista práctico, la mecánica cuántica nos ha revelado grandes secretos acerca de la naturaleza. Comprendemos mucho mejor el universo aunque nos parece insólito, desde que tenemos una teoría de lo muy pequeño. Hoy en día hay muy pocas investigaciones en física que no requieran la mecánica cuántica. Hasta la investigación del origen del universo la usa, incluso la teoría de las cuerdas.

#### Historia de Ícaro y Dédalo.

Los antiguos griegos plantearon la disyuntiva de la apropiación del saber y el poder y lo plasmaron en sus mitos. Sabían lo que luego el poeta romano Ovidio escribió, que Dédalo fue un prestigioso arquitecto, inventor y escultor, muy respetado en su ciudad natal de Atenas. Pero como humano que era tenía sus debilidades. Sentía celos de su sobrino y aprendiz, Talus, un joven prometedor destinado a ser su sucesor. En un momento de ofuscación intentó matarlo tirándolo desde lo alto de la ciudadela sagrada de Minerva. Pero la diosa Palas transformó al

<sup>51</sup> Sergio Regules. Mareo cuántico. <http://redescolar.ilce.edu.mx>

muchacho en pájaro "cubriéndolo de plumas mientras caía" (Ovidio 186). Por este crimen Dédalo fue exiliado a Creta para servir al Rey Minos. Allí tuvo más tarde un hijo, Ícaro, con la bella Náucrate, esclava y amante del rey.

Minos encargó a Dédalo la construcción del famoso laberinto donde habría de recluirse el Minotauro, un temible monstruo antropófago protegido por el rey. Dédalo hizo un buen trabajo, pero aparentemente no supo guardar su secreto. Al revelar el misterio del laberinto a Ariadna (hija del rey) dio pie a la muerte del Minotauro a manos de Teseo de quien se enamoró Ariadna. Ésta contó a su amado el secreto del laberinto, quien lo recorrió con el hilo que Ariadna le dio.

Dédalo fue encerrado prisionero. El caso es que para escapar del Laberinto y de Creta, Dédalo diseñó sendos pares de alas hechas con plumas de ave y cera, para él y para su hijo. Antes de volar hacia la libertad advirtió a Ícaro que no debía volar demasiado bajo a riesgo de que sus alas tocasen el agua y se mojasen, ni tampoco demasiado alto, pues el Sol podría derretir la cera. Pero el joven Ícaro, abrumado por su recién descubierta capacidad de volar, olvidó las advertencias de su padre y voló demasiado alto. La cera de sus alas se fundió y provocó su caída al mar y su muerte.

### **Conocimiento, poder y castigo.**

Hay muchas formas de ver esta historia mitológica y otras tantas de interpretar su mensaje. Pero lo que más llama nuestra atención es la clara asociación entre conocimiento, poder y castigo en esta historia. Dédalo intenta alcanzar la libertad a base de elevarse más allá de su condición humana. Usa sus conocimientos para adquirir más poder sobre su limitada naturaleza. De forma metafórica su tecnología pretende igualar su poder con el de la diosa Palas. Pero sólo los dioses poseen el poder para convertir humanos en pájaros. Dédalo, y con él la humanidad, es humillado y castigado con la muerte de su propio hijo por atreverse a intentar salirse de su humilde condición humana. Ícaro representa el joven impulsivo e inexperto, demasiado arriesgado y sordo a la sabiduría de su padre. Hace un uso temerario del poder que le da su padre y paga con su vida el fallo de la burda tecnología humana.<sup>52</sup>

El hombre como investigador y descubridor de los secretos de la naturaleza ha sido visto como muy radical y eso hizo que en muchas culturas el saber se castigara por querer apropiarse del poder divino. Tal vez la "providencia" hizo que muchos desobedecieran estas prerrogativas aun exponiendo su vida o su prestigio académico.

Como decía Aristóteles: Es natural en el hombre el conocer.

Muchos discuten acerca de la mecánica cuántica, especialmente azorados por la visión insólita que nos brinda de la realidad. Como el ejemplo del "gato de Schrödinger". No obstante la mecánica cuántica está ahí en las aplicaciones que muchas veces sin saberlo, forman parte fundamental en nuestra vida, que van desde las células fotoeléctricas que controlan las puertas de entrada de los ascensores garajes, lectores de DVD, teléfonos celulares y hasta la generación de energía en las centrales nucleares.

---

<sup>52</sup> Pedro Gómez-Romero. <http://www.plexus.org/choe/icarus.html>"The Fall of Icarus and Re-imagining Technology".



## Historia de algunas de las aplicaciones.

“Desde los años 30 no han cesado los desarrollos y aplicaciones de la Mecánica Cuántica. Por citar algunos de los eventos más significativos, en 1930 Rabi inventa la resonancia magnética, en 1938 se descubre el helio superfluido y se conecta esta observación con la condensación Bose-Einstein, en 1941 Landau propone su teoría de la superfluidez, en 1946 se inventa el transistor, en 1949 se desarrolla la Electrodinámica Cuántica, en 1957 Baarden, Cooper y Schrieffer formulan su teoría de la superconductividad, en 1962 Townes desarrolla el láser. Más recientemente, en 1985, se inventa el microscopio de efecto túnel y en 1995 se observa experimentalmente la condensación Bose-Einstein en gases atómicos a muy bajas temperaturas. Éstos y otros muchos desarrollos se encuentran presentes en nuestra vida diaria y han revolucionado nuestra percepción de la Naturaleza.”<sup>53</sup>

El marco de aplicación de la Teoría Cuántica se limita, casi exclusivamente, a los niveles atómico, subatómico y nuclear, donde resulta totalmente imprescindible. Pero también lo es en otros ámbitos, como la electrónica (en el diseño de transistores, microprocesadores y todo tipo de componentes electrónicos), en la física de nuevos materiales, (semiconductores y superconductores), en la física de altas energías, en el diseño de instrumentación médica (láseres, tomógrafos, etc.), en la criptografía, la computación cuánticas, y en la Cosmología teórica del Universo temprano.

Carlos Alberto Heras nos cuenta que “la mecánica cuántica levantó la dualidad onda-partícula, mostrando que las partículas microscópicas (electrones, átomos, etc.) no son bolas de billar muy pequeñas sino otra cosa gobernada por otras ecuaciones. La dualidad onda-partícula en el campo electromagnético desaparece al hacer una teoría cuántica del mismo. Es de hacer notar que el comportamiento ondulatorio de los electrones contenido en la mecánica cuántica dio origen al microscopio electrónico construido por primera vez por Ernst Ruska en Berlín en la primera mitad de la década del 30. Otro hecho típicamente cuántico también merece mención por sus aplicaciones científico-tecnológicas: el efecto túnel. El nombre proviene de lo siguiente. Si se suelta una bolilla junto a la pared interna de un recipiente semiesférico, la misma sube del lado opuesto hasta aproximadamente la misma altura desde la que se la soltó; por razones de conservación de energía, la bolilla no puede escapar del recipiente. Pero cuando se trata de una partícula gobernada por las leyes de la mecánica cuántica, la misma tiene una probabilidad no nula de estar fuera del recipiente. Hablando clásicamente es como si hubiera cavado un túnel a través de la pared del recipiente. La primera aplicación práctica de esto fue el diodo de efecto túnel, uno de los dispositivos que revolucionó la electrónica. Más recientemente, en la primera mitad de la década del 80, los científicos Gerd Birnning y Heinrich Rohrer, del Laboratorio de Investigación de la IBM en Zurich, inventaron el microscopio de efecto túnel, un ultramicroscopio que casi permite "ver" los átomos. Recibieron el Premio Nobel por ello en 1986, compartiéndolo con Ruska por su invento del microscopio electrónico medio siglo antes (Robinson, 1986).”<sup>54</sup>

<sup>53</sup> <http://www.cica.es/~dfamnus/cursos/fam/FChistoria.pdf>

<sup>54</sup> [http://www.interciencia.org/v20\\_05/ensayo01.html](http://www.interciencia.org/v20_05/ensayo01.html). Copyright © 1995. Depósito legal pp.76-0010 ISSN 0378-1844. INTERCIENCIA 20(5): 283-288

## ALGUNAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN LA ACTUALIDAD.

El desarrollo de la Mecánica Cuántica ha sido extraordinario durante la segunda mitad del siglo XX. Su aplicación a problemas físicos ha cubierto todo el rango de escalas, desde las gigantescas distancias de la Cosmología hasta las extremadamente pequeñas de la Física de Partículas Elementales. “En casi cualquier línea actual de investigación en cualquier campo de la Física la Mecánica Cuántica juega un papel fundamental.

De interés especial y de gran actualidad son:

1. Computación cuántica
2. Condensados de Bose-Einstein
3. Óptica cuántica
4. Entrelazamiento de estados cuánticos
5. Comunicaciones y confidencialidad
6. Manipulaciones de átomos individuales mediante radiación láser.
7. La interacción débil y violación de paridad en átomos y en moléculas quirales.
8. Estudio de transiciones prohibidas (de interés en astrofísica).
9. Espectroscopía libre de ensanchamiento Doppler mediante láseres sintonizables.
10. Aplicación de superordenadores al cálculo de moléculas complejas.
11. Estudio de colisiones atómicas.
12. Átomos Rydberg con un electrón en un estado de número cuántico principal muy elevado ( $n$  del orden de 100). Estos átomos son muy estables frente a transiciones electromagnéticas y se espera que permitan determinar la constante de Rydberg con gran precisión.”<sup>55</sup>

Se está investigando en procesadores cuánticos que van a ser mucho más rápidos y trabajarán - se cree- con problemas complejos y lógica borrosa, que supere la lógica binaria. Son proyectos de universidades. Cuando alguna empresa encuentre una aplicación redituable seguramente se llevarán a la producción industrial.

La mayor parte de las opiniones son favorables a estas aplicaciones puesto que han mejorado la vida.

---

<sup>55</sup> <http://www.cica.es/~dfamnus/cursos/fam/FChistoria.pdf>

## FUENTES DE REFERENCIA.

Gómez-Romero, Pedro. <http://www.plexus.org/choe/icarus.html>"The Fall of Icarus and Re-imagining Technology".

<http://www.cica.es/~dfamnus/cursos/fam/FChistoria.pdf>

[http://www.geocities.com/fisica\\_que/http://www.interciencia.org/v20\\_05/ensayo01.html](http://www.geocities.com/fisica_que/http://www.interciencia.org/v20_05/ensayo01.html).

Copyright © 1995. Depósito legal pp.76-0010 ISSN 0378-1844. INTERCIENCIA 20(5): 283-288

[http://www.tendencias21.net/La-realidad-cuantica-revoluciona-el-mundo-de-la-informacion\\_a133.html](http://www.tendencias21.net/La-realidad-cuantica-revoluciona-el-mundo-de-la-informacion_a133.html)[http://www.interciencia.org/v20\\_05/ensayo01.html](http://www.interciencia.org/v20_05/ensayo01.html). Copyright © 1995 Depósito legal pp.76-0010 ISSN 0378-1844. INTERCIENCIA 20(5): 283-288

Regules, Sergio. Mareo cuántico. <http://redescolar.ilce.edu.mx>

Cirlot, Juan Eduardo. 1997. Diccionario de símbolos. España. Ediciones Siruela.

Trillas, Enric. 1998. La inteligencia Artificial. Máquinas y personas. Madrid. Editorial Debate S.A.

[INICIO](#) 

## Capítulo IV.

# LA FUERZA TUMBADORA

## INTRODUCCIÓN



<sup>57</sup> Reproducción de *La persistencia de la memoria*. (Dalí).

El nombre de la obra de Dalí<sup>56</sup> *La persistencia del tiempo* sugiere el tema que ha recorrido la humanidad desde épocas inmemoriales. Carl Sagan dice que el tiempo persiste por la memoria.

### ¿Existe el tiempo?

Desde la perspectiva cotidiana percibimos su transcurrir en los ciclos de los días y las noches, de las estaciones, de nuestros cambios biológicos, es una flecha en nuestra representación mental. Y es concebido como lo que nos lleva inexorablemente a la muerte.

### ¿Existe la muerte sin el tiempo?

En ciencia las consideraciones son encontradas. Hay quienes lo consideran como inherente al ser, absoluto, otros en tanto, como solo una ilusión. Éste puede, según Einstein modificarse como tetradimensional en espacio-tiempo generando alteraciones que afectan no sólo a nivel físico sino también biológico. ¿Puede entonces incidir en el nivel psicológico? Parece que estamos o en un nivel onírico o surrealista como la pintura de Dalí o bien en ciencia ficción. Dadas las condiciones todo ello puede ser realidad. Todos son relatos que expresan una sintaxis que nos da todas estas posibilidades.

### ¿Existe una única realidad temporal para la ciencia?

En un capítulo de la serie de TV Star Trek titulado “*Donde nadie ha podido llegar*”<sup>58</sup>, se sostiene una situación donde un ser quien se autodenomina “un viajero” provoca un desplazamiento en el espacio-tiempo insospechado para la tecnología conocida es la época, que también altera la realidad hasta psíquica no pudiendo ser explicada por los ingenieros.

Los sucesos físicos provocados por la mente cuando se ha generado una alteración del espacio-tiempo hacen que lo interior y exterior se confundan. “Lo que pensamos se convierte

<sup>56</sup> Dalí. Persistencia del tiempo. Salvador Felipe Jacinto Dalí nació el 11 de mayo de 1904 en Figueras, pequeña ciudad de la provincia catalana de Gerona situada al norte de España.

<sup>57</sup> Dalí, Salvador. *La persistencia de la memoria*. Museum of Modern Arts. New York.

<sup>58</sup> STAR TREK . The new generation. Temporada 1, capítulo 5 “*Donde nadie ha podido llegar*” 1988. Productor: Doddenberry, Gene. Dirección: Berman, Rick . Neus, Wendy. EUA.

en realidad. Tenemos que empezar a controlar nuestros pensamientos” –dice el Capitán Jean Luc Picard. La mente es la causa de todo lo que ocurre. *Espacio – tiempo y mente* están muy vinculados. La mente es energía que provoca la realidad, es la esencia de todo lo que nos rodea. De ahí la importancia de enfocar la mente en lo que se quiere.

Al viajero le pregunta: -Si es así como viaja, ¿por qué no han venido antes a visitarnos?

-¡Qué extraña arrogancia! No hemos venido porque hasta ahora no nos han parecido interesantes.

Puede existir allí una ironía sobre Hawking cuando decía que la prueba más fehaciente de que no pueden existir los viajes en el tiempo es que no tenemos visitantes de otros tiempos.

Tanto S. Hawking -quien tuvo la satisfacción de tener una breve presentación en Star Trek “La nueva generación”-, como C. Sagan <sup>59</sup> confiesan que la ciencia ficción ha agujoneado su mente y su imaginación para estudiar ciencias. Sin la imaginación no sería posible la ciencia, por más objetiva que pretenda ser –comenta Einstein-. Así en el siglo XX la ciencia ficción ha desempeñado un papel importantísimo no sólo como literatura.

Einstein toca el tema de la simultaneidad de dos sucesos en el tiempo, que la teoría especial de la relatividad cuestiona. Otro tema interesante sobre el tiempo es el de la sincronicidad que Gustav Jung toma de su amigo Wilhelm quien pasó mucho tiempo como sinólogo en China.

Expresaba Jung en 1930: “(...) El pensamiento que se edifica sobre el principio de sincronicidad, y que alcanza su máxima cima en el I Ching, es en suma la expresión más pura del pensamiento chino. Entre nosotros ese pensamiento desapareció de la historia de la filosofía desde Heráclito, hasta que percibimos con Leibniz, un lejano eco. Pero no estuvo extinguido durante el intervalo, sino que pervivió en la penumbra (...)”.

## Historia del “hacedor de lluvia chino”

Existe una anécdota que *toca*, en términos de la cosmovisión oriental, aquello que al decir de Jung *entre nosotros necesita desarrollo*. Es una deliciosa y esclarecedora historia que Richard Wilhelm relatara a su amigo Jung conocida como la historia del “hacedor de lluvia chino” de Kiao Tchou:

“Había una gran sequía en el territorio en el cual se hallaba Richard Wilhelm; desde hacía varios meses no caía una gota de lluvia y la situación se hizo catastrófica. Los católicos hicieron procesiones, los protestantes elevaron sus plegarias, y los chinos quemaron incienso y dispararon sus fusiles para espantar a los demonios de la sequía.

Finalmente los chinos se dijeron: Debemos buscar al hacedor de lluvia, y aquel vino de una de las provincias. Era un hombre anciano y magro. Dijo que la única cosa que necesitaba era que pusiesen a su disposición una pequeña casa tranquila, en ella se encerró durante tres días. Al

---

<sup>59</sup> Sagan, Carl. El cerebro de Brocca. Barcelona. Ed. Crítica. 1979. “Por aquella época, -tenía 10 años- conocí, gracias a un amigo, las novelas sobre Marte de Edgar Rice Burroughs. No había pensado mucho en Marte hasta entonces, pero, a través de las aventuras de John Carter, se me presentaba un mundo extraterrestre habitado, sorprendentemente variado: antiguas profundidades marinas, estaciones de bombeo en grandes canales y una multiplicidad de seres, algunos de ellos exóticos, como por ejemplo las bestias de carga de ocho patas”.

cuarto día las nubes se amontonaron y se produjo una fuerte caída de nieve, en una época del año donde ello no era previsible y en cantidad no habitual.

Tantos rumores circulaban respecto a este extraordinario hacedor de lluvia que Wilhelm fue a verlo y le preguntó como lo había hecho.

El pequeño chino le respondió:

-Yo no hice la nieve, no soy responsable de ello.

-Pero ¿qué ha hecho usted durante estos tres días?

-¡Oh!, eso puedo explicárselo, es simple. Vengo de un país donde las cosas son lo que ellas deben ser.

Aquí las cosas no están en el orden, no son como deberían ser según el orden celeste, entonces todo el país está fuera de Tao. Yo dejé de estar en el orden natural de las cosas, porque el país no lo estaba. Así la única cosa que tenía que hacer era aguardar tres días hasta que me volví a encontrar en Tao, y entonces, naturalmente, el Tao hizo la nieve.”<sup>60</sup>



Imágenes<sup>61</sup>

El tema del tiempo retoma diversos relatos de lo que los humanos han preguntado y puesto la belleza en sus respuestas poéticas, míticas -“para dar sentido a un mundo que no lo tiene” (Rollo May, 1992)-, filosóficas y científicas; está subdividido en dos capítulos, incluye uno el tema filosófico desde el mito y la literatura, junto al que como un cardo va prendido a él: *la muerte* y el otro lleva a la visión científica.

Desde el mito, la literatura y la pintura subyace la antropología filosófica y su pregunta: ¿qué es el hombre?

Recorremos textos no comúnmente conocidos como la Epopeya de Gilgamesh asirio babilónico, Hesíodo, Nezahualcóyotl el poeta azteca, Castaneda antropólogo que cuenta su experiencia con su maestro Don Juan, la experiencia de Nakiketas narrada en las Upanishads de la antigua India, el Popol vuh texto maya quiché, una referencia al cineasta Ingmar Bergman en “El séptimo sello” y desde nuestro canto popular un poema recitado por José Carbajal.

Es una forma de sugerir el tratamiento interdisciplinar del tema y estimular la imaginación.

En la ciencia están presentadas las percepciones de Galileo, Newton, Einstein en la teoría de la relatividad, la teoría cuántica, Prigogine entre otros, y los viajes en el tiempo.

<sup>60</sup> Ingeniero Raúl Jurovitzky. *Ensayo completo sobre I Ching y Sincronicidad*. Conferencia pronunciada en la Bolsa de Comercio de la Ciudad de Buenos Aires.

<sup>61</sup> <http://www.viajeuniversal.com/vietnam/imagenes/templovamieu.jpg/mercado.jpg>

## MENSAJES DE CRONOS.

### UNA EXPERIENCIA COTIDIANA DEL TIEMPO.

Era un hermoso atardecer de verano en Cuchilla Alta (costa de Canelones, Uruguay). Desde lo alto de la escalera que lleva a los “chorros” legendarios de esa costa, mientras unos se bañaban en el mar y otros se alistaban deleitándose en los chorros, había una multitud expectante ubicada en la “platea” para contemplar una nueva puesta de sol que iba pintando acuarelas en rosas, naranjas y grises, jamás repetidos en la experiencia de la humanidad. Éramos tres colegas que esperábamos el momento sublime junto a la palmera, el vendedor de tortas fritas y un enjambre de niños que iban y venían. De pronto, oímos los aplausos de los espectadores junto al mar.

Comento: -desde allí ya se percibió la zambullida del astro rey en el mar, y nosotros todavía tenemos un poquito más de su imagen. ¡Qué relativo el tiempo de la experiencia y la emoción estética!

Mis colegas, profesores de física, desde una sonrisa de complicidad me dicen: -es más relativo aún, lo que vemos y se aplaude con ojos maravillados no es más que un efecto atmosférico, de hecho el sol hace rato que está por debajo del horizonte.

-¡Así que seguimos en el mundo de las apariencias! Y son éstas las que nos generan las preguntas filosóficas fundamentales. El tiempo de disfrutar, el tiempo de llorar, el tiempo de vivir, el tiempo de compartir, el tiempo de amar, el tiempo de morir. Son experiencias diferentes en las diversas culturas y en momentos históricos relevantes para ellas, no obstante, las preguntas filosóficas que subyacen parecen ser las mismas. Las respuestas varían, dadas desde el mito, la poesía, la filosofía o la ciencia misma.

### LA IMAGEN MÍTICA DEL TIEMPO.

Cronos, símbolo del Tiempo, que en su deseo insaciable de evolución todo lo devora, es generalmente imaginado por los artistas como un viejo de expresión tensa y angustiada que empuña una hoz, símbolo de las cosechas y también de la muerte.

Además, posee un reloj de arena y está provisto de alas. El hecho de que engulla a sus hijos también pone de relieve que el tiempo destruye todo lo existente incluso en el justo momento de producirlo. Cronos es la imagen mítica del tiempo para los griegos.

El echar a correr de la flecha del tiempo como un alud metafísico ante el cual el hombre es impotente parece explicar en parte la angustia y el miedo a la muerte.

Según cuenta Hesíodo en su Teogonía, Cronos devora a sus hijos para evitar a su vez ser derrocado por ellos. Su esposa, Rea, consigue salvar mediante un engaño al pequeño Zeus, quien al cabo destruiría a los titanes dando paso a la era olímpica.

Cronos representa un *tiempo abstracto*, marca los días y las noches, la siembra y la cosecha. Los mayas marcan un *tiempo abstracto* con la matemática y la astronomía, la medida del tiempo y sus divisiones, pero también un *tiempo existencial*, el tiempo mitológico del devenir que se manifiesta en las distintas creaciones del hombre, esa evolución hacia la búsqueda del

hombre que piensa, usa la palabra y recuerda a sus creadores, recuerda de dónde viene, el *tiempo histórico* también que permite el reconocimiento de la pertenencia a una cultura, a un pasado común.

Un rasgo común en muchas culturas es la noción de que un tiempo pasado ha sido mejor conceptualizado en una *Edad de de oro*. “Éstos existían en época de Cronos, cuando él reinaba sobre el Cielo, y vivían como dioses con un corazón sin preocupaciones, sin trabajo y miseria.”<sup>62</sup> Es el paraíso terrenal de los hebreos y luego de los cristianos.

Distintas edades que marcan el devenir del hombre en relación con otros seres, dioses, etcétera. Lo marca Hesíodo en *Trabajos y días*, como edades de oro, de plata, de bronce y la propia contemporánea suya, “(...) creó la cuarta, más justa y mejor, raza divina de héroes que se llaman semidioses, primera especie en la tierra sin límites. A éstos la malvada guerra y el terrible combate los aniquilaron, a unos luchando junto a Tebas, de siete puertas, en la tierra Cadmea, por causa de los hijos de Edipo; a otros, conduciéndoles en naves sobre el abismo del mar hacia Troya, por causa de Helena de hermosa cabellera. Allí la muerte envolvió a unos (...).

Y después no hubiera querido yo estar entre los hombres de la quinta raza, sino que hubiera querido morir antes o nacer después. Pues ahora existe una raza de hierro; ni de día, ni de noche cesan de estar agobiados por la fatiga y la miseria; y los dioses les darán arduas preocupaciones.”<sup>63</sup>

Para los mayas esta Edad de oro es cuando hablan de los toltecas, cuando eran todos artesanos vivían en paz y no había sacrificios.

Hoy lo vemos repetir en la literatura de Tolkien. Y afirmar como experiencia existencial con Manrique “como ante nuestro parecer cualquiera tiempo pasado siempre fue mejor”.<sup>64</sup> Pero la Edad de Oro no es cualquier tiempo pasado.

El mito representa metafóricamente uno de los eternos generadores de angustia en el hombre: el tiempo (Cronos). Mircea Eliade en *El mito del eterno retorno*, afirma que la mente arcaica no concibe el tiempo estrictamente en su carácter sucesivo sino que lo imagina como marco donde los mitos se iteran infinitamente. *In illo tempore*, en el tiempo mitológico, Teseo tantea eternamente el laberinto con el hilo de Ariadna, y si nos asomamos a la cosmogonía el mundo civilizado que representa la victoria de los dioses olímpicos está en continua creación y en permanente riesgo. Uno de los hitos en la instauración del mundo es precisamente el origen del tiempo no arcaico, y tal imagen se ilustra a la perfección a través del mito: Cronos devora a sus hijos lo mismo que un instante nace del instante anterior para ser inmediatamente aniquilado. Muchos siglos después la matemática inventaría un tiempo continuo para describir la naturaleza, concepción que a estas alturas parece estar de nuevo en entredicho (¿no podrían existir pedazos irreductibles de tiempo que al igual que la energía sólo puede transferirse en paquetes o *quanta*?).

<sup>62</sup> Hesíodo. 2001. *Trabajos y días*. España. Alianza Editorial.

<sup>63</sup> *Ibíd.* Obra citada.

<sup>64</sup> Manrique, J. 1984. *Coplas por la muerte de su padre*. España. Biblioteca Humanitas.



La otra palabra es "*kairos*", palabra que denota tiempo, sin embargo, este tiempo no se puede medir, es más indeterminado. Es en este tiempo en el que el universo transcurre, hasta que no llegue la mano del hombre y establezca su tiempo (cronos). Kairos es también, el momento en que se rasga el velo y tiene el sujeto la oportunidad, el "atisbo" –como dice Shopenhauer- un *presunto conocimiento* que quisiera superar el campo de la expresión posible y por consiguiente la naturaleza, es un momento fuera del tiempo cronos.

## LA REGENERACIÓN DEL TIEMPO.

Como el Año Nuevo, representa el levantamiento del tabú de la nueva cosecha. "Cortes del tiempo" que son ordenados por rituales que rigen la renovación de las reservas alimenticias para asegurar la continuidad de la vida de la comunidad entera, el fin de un período de tiempo y el principio de otro.

Los mitos lunares son importantes porque marcan el mismo carácter arquetípico en la humanidad, como los ciclos de la luna: no sólo para intervalos cortos sino también para duraciones considerables; el nacimiento de una humanidad, su crecimiento, su decrepitud o "desgaste" y su desaparición son asimilados al ciclo lunar. Revela la estructura "lunar" del devenir universal y también sus consecuencias optimistas. Como la desaparición de toda una humanidad por una inundación o sumersión de un continente, diluvio, que nunca es total, pues una humanidad renace de una pareja de sobrevivientes. "Ese optimismo se limita a la conciencia de la *normalidad* de la catástrofe cíclica, a la certeza de que tiene *sentido*, y sobre todo, de que jamás de *definitivo*."<sup>65</sup>

Las sociedades "primitivas" viven en el paraíso de los arquetipos, para los cuales el tiempo sólo está registrado biológicamente, sostiene Eliade.

## LA EPOPEYA DE GILGAMESH.

Ya en la Epopeya de Gilgamesh<sup>66</sup> encontramos ese tiempo *arquetípico* lunar de que habla Eliade y también el *tiempo existencial* expresado en la angustia, el temor y la pregunta por la muerte. En búsqueda de respuestas va al encuentro de la muerte. ¿Quién mejor puede saberlo?



Imagen<sup>67</sup>

Jardines colgantes de Babilonia. (600 a.C) actual Iraq.

Perduraron no más allá de 126 a. C. Fueron enviados a construir por el rey Nabucodonosor II a pedido de su esposa Amytis. En una superficie inmensa, realizó una serie de jardines dispuestos en terrazas que se regaban por una noria que subía el agua de un río en la parte inferior. Estaban situados al lado del palacio real. Es la primera vez en la historia de la arquitectura que se plantea la solución terraza-jardín. Solo quedan relatos de época de la que fuera una de las 7 maravillas del mundo antiguo.

Entre los ríos Eufrates y Tigris la Mesopotamia, florece una civilización que reúne a los pueblos asirios, sumerios, acadios y babilónios. Con los asirios surge la escritura cuneiforme, la primera en la historia.

<sup>65</sup> Eliade, Mircea. 1997. El mito del eterno retorno. Ediciones Altaya.

<sup>66</sup> Texto asirio anónimo registrado en tablillas de escritura cuneiforme que fueron encontrados en el siglo VII A.C. cuya escritura es más antigua y se pierde en el tiempo.

<sup>67</sup> <http://sietemaravillas.tripod.com/>

## "COLUMNNA III

¿Por qué está agotada tu fuerza e inclinas la cabeza?

¿Por qué está enfermo tu corazón y demudado tu rostro?

¿Por qué el dolor roe tus entrañas?

Tu rostro semeja el de un hombre que regresa de un largo viaje;

La desolación se lee en tu figura

Y vagas por el llano."

El divino Gilgamesh contestó:

"¿Cómo no ha de esta agotada mi fuerza e inclinada mi cabeza,

Enfermo mi corazón y demudado mi rostro,

Róidas por el dolor mis entrañas

Y mi rostro semejante al de un hombre que regresa de un largo viaje;

Cómo no se ha de leer la desolación en mi figura

Y cómo no vagar por el llano,

Si mi amigo, mi querido amigo, con quien he andado

Por montes y valles, con quien capturé el Toro Celeste

Y di muerte a Humbaba, que vivía en el Bosque de Cedros,

Y exterminé a los leones,

Y me acompañaba en todos lo peligros,

Ha llegado al término de su destino?

Seis días y seis noches lo he llorado,

Y luego lo he llevado a su tumba.

Y he tenido miedo; he temido a la muerte y he huido

A través de los campos.

Las últimas palabras de mi amigo son un fardo que me abruma.

Quiero ir lejos, por la llanura, muy lejos.

¡No sé como callar, no sé como gritar!

Mi dilecto amigo no es más que fango.

¿No me acostaré, como él, para no volver a levantarme jamás?

Y ahora, Urshanabi, dime cuál es el camino que conduce a Ut-Npishtim.

¿Qué señal me lo hará conocer? Dime la señal.

Si la cosa es hacedora, atravesaré el mar;

Si esto es imposible, iré por tierra."

Urshanabi contestó así a Gilgamesh:

"Con tus manos, ¡oh, Gilgamesh!,

Has hecho pedazo a "los de piedra".

Blande, ¡Oh, Gilgamesh!, el hacha que cuelga de tu costado,

Ve al bosque y corta pértigas de sesenta codos cada una,

Alquitránalas y agúzalas, y luego me las traes."

Tras haber Gilgamesh oído estas palabras, blandió el hacha, sacó el puñal

Se dirigió al bosque, donde cortó las pértigas,

Las alquitránó y aguzó, y luego las trajo a Urshanabi.

Gilgamesh y Urshanabi se embarcaron,

Durante un mes y quince días navegaron,

Y al cabo de tres días más, Urshanabi miró

Y advirtió que habían llegado a las aguas de la muerte. (...)

*(Laguna de 22 versos, con que se debía narrar el desembarco de Gilgamesh)*

COLUMNNAV.

Gilgamesh habló así a Ut-Napishtim:<sup>68</sup>

“Dije: quiero ir a ver al lejano y famoso Ut-Napishtim.

He recorrido todos los países,

He atravesado todos los mares

Y no he encontrado nada que fuese feliz.

(...)

Ut-Napishtim, contestó a Gilgamesh:

(Laguna)

LAGUNA VI

¿Acaso construimos casa para siempre

y para siempre sellamos lo que nos pertenece?

¿Acaso lo hermanos comparten para siempre?

¿Acaso para siempre divide el odio?

¿Acaso el pájaro *kulilu* y el pájaro *kirippu*

Suben para siempre al cielo mirando al sol?

Los que duermen y los que están muertos se asemejan.

El noble y el vasallo no son diferentes

Cuando han cumplido su destino,

Desde siempre los *anunnaki*, los grandes dioses,

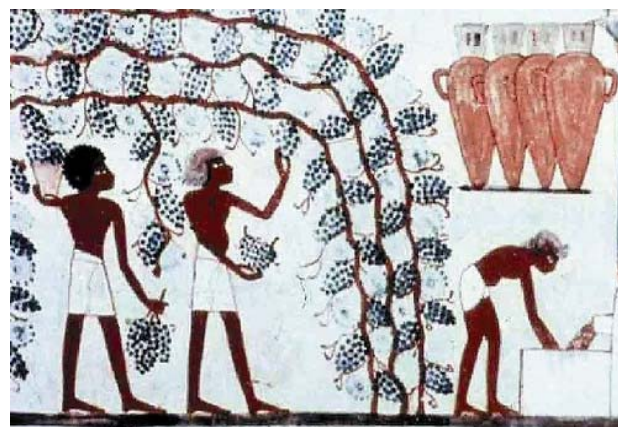
Se han reunido

Y la diosa Mammuti, creadora del destino, con ellos fija

Los destinos.

Los dioses deciden sobre nuestra muerte y nuestra vida,

Pero no revelan el día de nuestra muerte.”<sup>69</sup>



En el antiguo poema de Gilgamesh (segundo milenio antes de Cristo), leyenda cosmogónica sumeria, el héroe Gilgamesh va en pos del secreto de la vida eterna en manos de Ut-Napishtim. En su viaje conoce a Siduri, mujer dedicada a hacer vino en Dilmun, cuya ubicación según investigaciones debió haber estado en Irán, a orillas del golfo, simbolizando la posible cuna de la viticultura. Hay al menos otras dos menciones al vino en el poema, todas estableciendo un nexo entre los conceptos de religión, civilización y fertilidad.<sup>70</sup>

<sup>68</sup> Ut-Napishtim y su esposa eran los sobrevivientes en el mito del diluvio mesopotámico; siendo además el sabio al que recurre el héroe mitológico Gilgamesh, para poder encontrar la inmortalidad en El Poema de Gilgamesh. Probablemente la Biblia se basó en este relato para su propia versión del Diluvio Universal.

<sup>69</sup> Epopeya de Gilgamesh (fragmentos). Anónimo. 1974. México. UNAM.

<sup>70</sup> Cadenas, Mujica, Manuel. El vino y las religiones. Imagen y texto: <http://farm2.static.flickr.com>

Se manifiesta cuan antigua es la angustia ante la muerte y el deseo de llegar a conocerla sin que ella lo toque, como el intento de vencerla. Las pértigas que Urshnabi sabiamente le hace construir para que no toque las aguas de la muerte y pueda navegar en ellas en busca de respuestas y de la inmortalidad. Ut-Napishtim le menciona a Gilgamesh cierta planta del fondo del océano que lo hará joven de nuevo. Gilgamesh obtiene la planta atando rocas a sus pies, para poder caminar en el fondo del mar, pero no confía en su efecto y decide probarla en un hombre viejo en Uruk. Desafortunadamente, pone la planta en la orilla del lago mientras se baña y es robada por una serpiente que pierde su vieja piel y renace. Por una serpiente pierde la oportunidad de la eterna juventud y de la inmortalidad. Otro parentesco con la Biblia que fue escrita después. Además la certeza de que ante la muerte todos somos iguales, señores y vasallos.

La aventura de Gilgamesh analizada desde la visión de Campbell, es el mito del héroe. El camino común de la aventura mitológica del héroe es la magnificación de la fórmula representada en los ritos de iniciación: *separación-iniciación-retorno*, que podrían recibir el nombre de unidad nuclear del *monomito*.

“El héroe inicia su aventura desde el mundo de todos los días hacia una región de prodigios sobrenaturales, se enfrenta con fuerzas fabulosas y gana una victoria decisiva; el héroe regresa de su misteriosa aventura con la fuerza de otorgar dones a sus hermanos.”<sup>71</sup> El encuentro con la muerte, sus dudas y averiguaciones forman parte de la iniciación. Es el que regresó de la muerte.

## LA FLOR Y EL CANTO

Cambiando de tiempo y espacio, nos encontramos guiados por Miguel León – Portilla quien recoge la poesía de Nezhualcóyotl<sup>72</sup> del siglo XV del mundo azteca (contemporáneo de Manrique). Las mismas preguntas, los mismos temores, la misma comprensión del transcurso de tiempo y la aceptación, la templanza y sabiduría que ésta trae, “la flor y el canto” que su corazón enderece. Y la incógnita de todos los tiempos: “¿A dónde iremos donde la muerte no existe?”.

Éste va mostrando su profunda experiencia del cambio y el tiempo sobre la tierra. En la lengua *náhuatl*, el tiempo es *cáhuatl* “lo que nos va dejando”, lo que es cambiante y transitorio.

<sup>71</sup> Campbell, Joseph. 2006. El héroe de las mil caras del mito. Psicoanálisis del mito. Argentina. FCE.

<sup>72</sup> Nezhualcóyotl. De Texcoco. Poeta, arquitecto y sabio en las casas divinas.

“Yo Nezahualcóyotl lo pregunto:

Sólo un poco aquí.

¿Acaso de veras se vive con raíz en la tierra?

Percibo lo secreto, lo oculto:

No para siempre en la tierra:

¡Oh vosotros señores!

Sólo un poco aquí.

Así somos,

Aunque sea de jade se quiebra,

Somos mortales,

Aunque sea oro se rompe,

De cuatro en cuatro nosotros los hombres,

Aunque sea plumaje de quetzal se desgarrar.

Todos habremos de irnos,

No para siempre en la tierra:

Todos habemos de morir en la tierra...

“Entre los grandes temas sobre los que discurrió el pensamiento de Nezahualcóyotl están el de tiempo o fugacidad de cuanto existe, la muerte inevitable, la posibilidad de decir palabra verdaderas, el más allá y la región de los descarnados, el sentido de “flor y canto”, el enigma del hombre frente al Dador de la vida, la posibilidad de vislumbrar algo acerca del “inventor de sí mismo”, y en resumen, los problemas de un pensamiento metafísico por instinto que ha vivido la duda y la angustia con los atributos de la propia existencia.”<sup>73</sup>

Estoy embriagado, lloro, me aflijo.

Imagen<sup>74</sup>

Pienso, digo,

En mi interior lo encuentro:

Si yo nunca muriera,

Si nunca desapareciera,

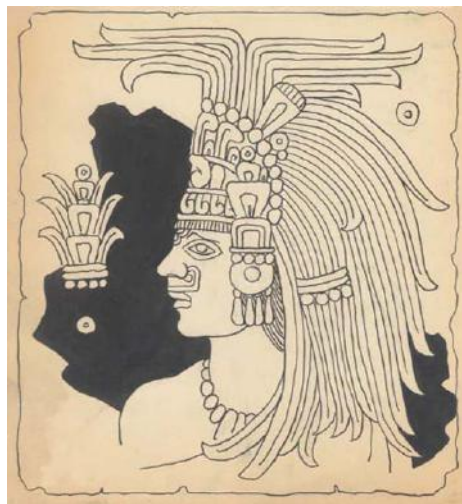
Allá donde no hay muerte,

Allá donde ella es conquistada,

Que allá vaya yo.

Si yo nunca muriera,

Si yo nunca desapareciera.



El poeta parece poner en duda las doctrinas religiosas aceptadas de la supervivencia de los guerreros como compañeros del sol, o de una vida feliz en los jardines de Tláloc, o teniendo que hacer frente a peligros y pruebas en las moradas del *Mictlán*<sup>75</sup>. León-Portilla sostiene que

<sup>73</sup> León-Portilla, Miguel. 1978. Trece poetas del mundo azteca. México. UNAM.

<sup>74</sup> Nezahualcóyotl nació el 4 de febrero de 1402. Imagen de la Gobernación. [www.inehrn.gob.mx/PtMain](http://www.inehrn.gob.mx/PtMain).

<sup>75</sup> La región de los muertos.

tal vez recordando antiguos conceptos de origen tolteca, expresa su duda preguntándose a dónde hay que ir, o qué sabiduría hay que encontrar para llegar a *Quenonanicán*, “donde de algún modo se vive”, a *can on ayac micohua* a “donde la muerte no existe”.

¿A dónde iremos

Donde la muerte no exista?

Mas, ¿por esto viviré llorando?

Que tu corazón se enderece:

Aquí nadie vivirá para siempre.

Aun los príncipes a morir vinieron,

Hay incineramiento de gente.



Imagen<sup>76</sup>

Que tu corazón se enderece: Aquí nadie vivirá para siempre. El tema de la muerte nos enfrenta al sentido de la vida, no importa que nunca se resuelva, pero el que se asombra, teme, duda, está buscando respuestas que darán orientación a su vida. Es una cuestión de tiempo existencial y de planteo y resolución que sirve de orientación y guía a otros existentes, a otros *da sein*.

Nezahualcóyotl mismo enderezó su corazón, desde la connotación náhuatl de *yóllotl* (corazón) que dio un sentido a *su movilidad*, a su núcleo dinámico. “Fortalecido el corazón, Nezahualcóyotl afirma haber descubierto el significado profundo de “flor y canto”, expresión náhuatl del arte y el símbolo, para poder acercarse gracias a él, desde *tlaltícpac* (desde la tierra), a la realidad de “lo que está sobre nosotros y la región de los dioses de los muertos”<sup>77</sup>

Por fin lo comprende mi corazón:

Escucho un canto, contemplo una flor...

¡Ojalá no se marchiten!

El corazón de quien ha descubierto flores y cantos ha nacido para cantar, tiene su casa en la primavera que nunca termina, y puede acercarse al misterio de los dioses y de la muerte. Hizo objeto de su meditación el tema de *Tloque Nahuaque*, el Dueño de la cercanía y la proximidad, que es también *Moyocoyatzin*, el que *se está inventando a sí mismo*.

Víktor Frankl sostiene que la fuerza de la responsabilidad humana se refleja en el imperativo categórico: “Obra así como si vivieras por segunda vez y la primera vez lo hubieras hecho tan desacertadamente como estás a punto de hacerlo ahora”.<sup>78</sup> Este precepto enfrenta al hombre

<sup>76</sup> Fridman, Liber - “Viajeros de alboradas”.

<sup>77</sup> León-Portilla, Miguel. 1978. Trece poetas del mundo azteca. México. UNAM.

<sup>78</sup> Frankl, Víktor. 2004. El hombre en busca de sentido. Barcelona. Herder Editorial S.L.

con la *finitud* de la vida y con su *finalidad* personal y existencial. Ésta es siempre una búsqueda personal, la trascendencia.

## EL VIAJE DE NAKIKETAS

Viajamos a la India de la época de los Vedas, textos que primero se transmitieron en forma oral, no porque no tuvieran escritura, sino porque eran para *agradar al oído*.

Señala Parrinder que en el primer milenio a. C. hubo un gran florecimiento de indagaciones como ¿Acaso la riqueza impide morir? ¿De dónde venimos y hacia dónde vamos? Desde un cuestionamiento dentro de sus textos védicos. “Su ansia de conocimiento configuraba la búsqueda de esa sabiduría que ilumina el presente y muestra cuál es el papel eterno del hombre.”<sup>79</sup> A estas reflexiones filosóficas sobre los Vedas se les llamó *Upanishad*<sup>80</sup>.

### NAKIKETAS INTERROGA A LA MUERTE.<sup>81</sup>

Nakiketas, no obstante ser un niño, estaba colmado de fe. En desacuerdo con su padre le pide que lo envíe a la Muerte.<sup>82</sup>

(...) “Nakiketas fue al otro mundo, pensando: “Voy como el primero de muchos, voy como el intermediario de muchos, ¿qué me hará el Señor de la Muerte si le pertenezco? Miro hacia atrás y veo cómo los hombres se han ido desde antaño, miro hacia delante y veo cómo otros se irán. El hombre madura como el grano y como el grano renace.”<sup>83</sup>

Nakiketas pertenecía a una familia sacerdotal y al llegar la Muerte estaba ausente y debe esperar por varios días, por tanto para resarcirse la Muerte le concede tres deseos. El primero refiere al mal humor de su padre.

El en el segundo deseo, dijo: “En el cielo no existe el temor y tú no estás allí. Nadie en el cielo teme la vejez, el hambre, la sed o el dolor, y allí hay felicidad. ¡Oh, tú Muerte, que comprendes el fuego celeste y el mundo donde existe la inmortalidad! Explícamelo puesto que tengo fe y he elegido esto como segundo deseo”. La Muerte respondió: “Te diré sobre el fuego celeste, pues está oculto en lugares secretos y te ha de llevar al mundo sin término. Demás, te concederé todavía otro deseo, pues en adelante este ritual llevará tu

<sup>79</sup> Parrinder, Geoffrey. 1980. La sabiduría del bosque. Argentina. Ediciones Lidium.

<sup>80</sup> A veces llamadas Vedanta, el fin del Veda. Son como notas al margen del estudio y cuestionamiento, especulativo que sabios de la época hacían sobre esos textos sagrados. *Upanishad* “estar sentado cerca”, ir al encuentro con su sabiduría interna, al autoconocimiento, desde el cual se conoce también la realidad externa. El maestro guía hasta que el discípulo encuentra su propio ser, para luego salir de la escena. Los eruditos críticos datan las primeras *Upanishad* alrededor del 600 a.C. Algunos autores hindúes las ubican antes aun. Coinciden con la edad de oro del desarrollo de la filosofía en Grecia, China, Persia. En India Yajñavalkya era considerado un sabio, como pensador y meditador de los temas filosóficos, también había tres mujeres, una era Gargi que intervenían en esos encuentros que algunos príncipes convocaban en sus palacios para largas tertulias (antes de que los indoeuropeos sometieran a las mujeres al dominio total de los hombre quitándoles el derecho y el poder de pensar y expresarse).

<sup>81</sup> Upanishads. Primer Adhyaya. Primer Valli. 1998. Madrid. Edicomunicación S.A

<sup>82</sup> Sin morir, como una ofrenda. Se presenta como imágenes de una meditación.

<sup>83</sup> Los Upanishads. 1998. Madrid. Edicomunicación S.A.

nombre: se lo llamará el fuego de Nakiketas. Por el conocimiento de esta palabra sagrada y del Ser divino uno va a la paz para siempre.”<sup>84</sup> “Cuando conozcas el sacrificio del fuego que conduce al cielo, comprende, oh Nakiketas, que con él se alcanzan los mundos infinitos, escondidos en el corazón del hombre.”<sup>85</sup>

Ese lugar secreto está en el corazón de los hombres, en su Ser interno, llamado Ser divino en tanto es considerado esencia eterna que comparten todos los seres en su multiplicidad en esta filosofía monista.

(...) “Nakiketas eligió por tercer deseo el saber el destino del alma después de la muerte. Dijo: “Al morir un hombre existen dudas sobre su destino. Algunos dicen que existe, otros que no. Algunos afirman que su alma también muere, y otros que no. Quiero aclarar mis dudas. Este es mi tercer deseo.

La Muerte respondió: “En este punto incluso los dioses han dudado. No es un tema fácil de comprender. Te ruego que escojas otro deseo, ¡oh! Nakiketas, no me obligues a responderte.

(...)Nakiketas respondió: “No hay otro deseo mejor que éste.”

La Muerte le repuso: “Escoge hijos y nietos que vivan cien años, ganado, elefantes, oro y caballos. Escoge como morada la tierra entera y vive tantas cosechas como quieras (...) Pide cualquier deseo, por difícil que sea de obtener entre los mortales, pídelo según tu deseo: bellas doncellas con carros e instrumentos musicales...Tales deseos ciertamente no son alcanzados por los hombres, solamente por aquellos quienes yo permito obtenerlos. Pide lo que te plazca, pero *no preguntes acerca de la muerte.*”

Nakiketas sin embargo respondió: “Estas son efímeras, sólo duran hasta mañana, ¡oh Muerte!, puesto que su fuerza nace de los sentidos. Incluso la vida más larga es breve. Quédate, pues, con tus caballos y tus danzas y responde a mi deseo.

(...) ¿Acaso viviremos cuando tú reines?

Imagen <sup>86</sup>

¡Oh Muerte! Dinos qué hay después del gran tránsito.

La Muerte recomendó a Nakiketas rechazar firmemente la avaricia, las posesiones y el orgullo. Dijo: “El sabio deja atrás la alegría y la tristeza y emprende el ejercicio del Yoga, que concierne al Alma. Debe pensar en ese Dios que es difícil de ver, primordial, que mora en las profundidades y



<sup>84</sup> Parrinder, Jeffrey. 1980. La sabiduría del bosque. Argentina. Ediciones Lidium.

<sup>85</sup> Los Upanishads. 1998. Madrid. Edicomunicación. S.A.

<sup>86</sup> [www.nuticion.co.cr/imagenes/yogaom2.gif](http://www.nuticion.co.cr/imagenes/yogaom2.gif) “Cuando los sentidos están tranquilos, cuando la mente está en reposo, cuando el intelecto no titubea... este firme control de los sentidos y la mente, ha venido a definirse como Yoga”. (Upanishads).



se asienta en los lugares secretos del corazón. (...) Tal es la palabra que se repite en todas las escrituras. (...) Te diré brevemente es palabra en estos versos. :

El Alma no muere ni nace;

No deviene o devino jamás;

No perece en la muerte del cuerpo;

Es no – nacida, eterna, primordial.

El alma no mata ni es muerta:

Quien cree que puede matar, quien cree que puede ser muerta,

No la han comprendido en verdad.

### **La Muerte siguió instruyendo a Nakiketas sobre la esencia del alma indestructible.**

Dijo: “El Alma que está en el corazón de las criaturas es más pequeña que lo pequeño y más grande que lo grande. El que se libera del deseo esto contempla y queda exento del dolor. El Alma no se alcanza por la enseñanza, ni por el intelecto o el saber. La alcanza solo aquel a quien elige, y a ese hombre el Alma le revela su verdadera naturaleza. Empero, aquel que no ha cesado de hacer el mal, que no tiene paz ni concentración, cuya mente es inquieta, no puede alcanzarla por inteligente que sea.”

¿Por qué la Muerte no quiere hablar de la muerte y hasta los dioses dudan, en tanto es primordial para los hombres, que saben qué pasa con el cuerpo no obstante se preguntan por ella?

Es un problema humano, sólo él conoce que es un ser para la muerte, tiene conciencia de su temporalidad. No es problema de los dioses que tuvieron origen pero no final. La Muerte ¿qué representa en esta visión mítico-filosófica? Tal vez la Muerte y la Vida son dos aspectos de la trama del Ser en una permanente dialéctica de los cambios de la multiplicidad en la unidad del Ser. En esta filosofía monista la realidad es lo Uno, Ello, dicen muchas veces, manifestado en la Multiplicidad de los seres que cambian a través de fuerzas que el mito representa en *Brahma*, la fuerza creadora, *Vishnú*, la que conserva, y *Shiva*, la que destruye para que siempre haya cambio y renacer. Esto es complementado con un dualismo que se expresa tanto en la concepción del macro-cosmos, y así en el hombre como microcosmos. El *Atman* (alma) que nunca es individual aunque se manifieste físicamente en un cuerpo, pertenece a la esencia del Ser.

Hay un relato que la Muerte cuenta a Nakiketas con una increíble semejanza al mito del carro alado de Platón. “El Alma es el viajero de un carruaje. El cuerpo es el carruaje, el intelecto es

el cochero, la mente es la rienda. Los sentidos son los caballos y sus objetos son el camino, en tanto que el Alma experimenta todo combinado con los sentidos y la mente. (...) Aquel que es inteligente, reflexivo y puro, alcanza la meta y ya no vuelve a nacer sobre la tierra. Si su cochero es la sabiduría y su mente gobierna las riendas, llega al fin del viaje y al sitio más elevado de Dios.”<sup>87</sup> La vida es un viaje que tiene una búsqueda personal, como el viaje de Gilgamesh, como la búsqueda del sentido de la vida: el significado de “flor y canto” en Nezahualcōyotl.

Este relato de Nakiketas, expresa Parrinder, con la antigua enseñanza impartida por la muerte, trae alegría felicidad a quienes lo oyen y exponen. Este supremo misterio lo hace a uno apto para la inmortalidad.

Pero hay que tener cuidado con las interpretaciones de la felicidad esperada por las distintas culturas. En las visiones de Gilgamesh, de Nezahualcōyotl, como Manrique, el deseo de inmortalidad supone seguir viviendo o volver a vivir en una realidad material o espiritual –por llamarlo de alguna manera- con la permanencia del Yo. En las Upanishad la Muerte instruye a Nakiketas para que lleve una vida tal que le permita volver al Ser, al todo, perdiendo entonces la identidad personal, de otra forma tiene que reencarnar, con lo que también pierde –olvida- su identidad anterior. Ese tipo de inmortalidad no es atractiva para el hombre occidental, quien espera una nueva vida. En las Upanishads hay una ética fundada en la metafísica que pretende parar la rueda de las reencarnaciones, como también el budismo, en un intento de “volver casa”.

## **SABIA CONSEJERA: LA MUERTE.**

La muerte tan temida, o añorada como fin de todo sufrimiento, es fuente también de conocimiento, como consejera, ella es la única que puede ponernos en nuestro sitio, despojándonos de toda importancia personal, la que nos pone en competencia en el medio social pero distanciándonos de nosotros mismos y de lo que realmente vale.

Desde una mirada diferente a la de las Upanishads, también Carlos Castaneda, antropólogo latinoamericano contemporáneo, muestra como su maestro Don Juan –un indio yaqui- lo entrena para cambiar su paradigma cultural y social, su importancia personal, poniéndolo ante la muerte como la única consejera válida. La única que le dice lo que realmente importa.

“(…) En los dos meses en que libré la extraña guerra contra el halcón albino, sólo una vez estuve cerca de él. Había estado cazándolo todo el día y me hallaba cansado. Me senté a reposar y me quedé dormido bajo un eucalipto. El grito súbito de un halcón me despertó. Abrí los ojos sin hacer ningún otro movimiento, y vi un ave blancuzca encaramada en las ramas más altas del eucalipto. Era el halcón albino. La caza había terminado. Iba a ser un tiro difícil; yo estaba acostado y el ave me daba la espalda. Hubo una repentina racha de viento y la aproveché para ahogar el sonido de alzar mi rifle 22 largo para apuntar. Quería esperar que el halcón se volviera o empezara a volar, para no fallarle. Pero el ave permaneció inmóvil. Para

---

<sup>87</sup> Los Upanishads. 1998. Madrid. Edicomunicación. S.A.

mejor dispararle, habría tenido que moverme, y era demasiado rápida para ello. Pensé que mi mejor alternativa era aguardar. Y eso hice durante un tiempo largo, interminable. Acaso me afectó la prolongada espera, o quizá fue la soledad del sitio donde el halcón y yo nos hallábamos; de pronto sentí un escalofrío ascender por mi espina y, en una acción sin precedente, me puse en pie y me fui. Ni siquiera vi si el halcón había volado.

Jamás atribuí ningún significado a mi acto final con el halcón albino. Pero fue muy raro que no le disparara. Yo había matado antes docenas de halcones. En la granja donde crecí, matar aves o cazar cualquier tipo de animal era cosa común y corriente.

Don Juan escuchó atentamente mientras yo narraba la historia del halcón albino.

-¿Cómo supo usted del halcón blanco? -pregunté al terminar.

-Lo vi -repuso.

-¿Dónde?

Aquí mismo, frente a ti.

Ya no me quedaban ánimos para discutir.

-¿Qué significa todo esto? -pregunté.

Él dijo que un ave blanca como ésa era un augurio, y que no dispararle era lo único correcto que podía hacerse.

-Tu muerte te dio una pequeña advertencia -dijo con tono misterioso-. Siempre llega como escalofrío.

-¿De qué habla usted? -dije con nerviosismo.

En verdad me había puesto nervioso con sus palabras fantasmagóricas.

-Conoces mucho de aves -dijo-. Has matado demasiadas. Sabes esperar. Has esperado pacientemente horas enteras. Lo sé. Lo estoy viendo.

Sus palabras me produjeron gran turbación. Pensé que lo más molesto en él era su certeza. No soportaba yo su seguridad dogmática con respecto a elementos de mi vida de los que ni yo mismo estaba seguro. Inmerso en mis sentimientos de depresión, no lo vi inclinarse sobre mí hasta que me susurró algo al oído. No entendí al principio, y él lo repitió. Me dijo que volviera la cabeza como al descuido y mirara un peñasco a mi izquierda. Dijo que mi muerte estaba allí, mirándome, y que si me volvía cuando él me hiciera una seña, tal vez fuese capaz de verla.

Me hizo una seña con los ojos. Volví la cara y me pareció ver un movimiento parpadeante sobre el peñasco. Un escalofrío recorrió mi cuerpo, los músculos de mi abdomen se contrajeron involuntariamente y experimenté una sacudida, un espasmo. Tras un momento recobré la compostura y expliqué la sombra fugaz que había visto como una ilusión óptica causada por volver la cabeza tan repentinamente.

-La muerte es nuestra eterna compañera -dijo don Juan con un aire sumamente serio-. Siempre está a nuestra izquierda, a la distancia de un brazo. Te vigilaba cuando tú vigilabas al halcón blanco; te susurró en la oreja y sentiste su frío, como lo sentiste hoy. Siempre te ha estado vigilando. Siempre lo estará hasta el día en que te toque.

Extendió el brazo y me tocó levemente en el hombro, y al mismo tiempo produjo con la lengua un sonido profundo, chasqueante. El efecto fue devastador; casi volví el estómago.

-Tú eres el muchacho que acechaba su caza y esperaba pacientemente, como la muerte espera; sabes muy bien que la muerte está a nuestra izquierda, igual que tú estabas a la izquierda del halcón blanco.

Sus palabras tuvieron la extraña facultad de provocarme un terror injustificado; la única defensa era mi compulsión de poner por escrito todo cuanto él decía.

¿Cómo puede uno darse tanta importancia sabiendo que la muerte nos está acechando? -preguntó.

Sentí que mi respuesta no era en realidad necesaria. De cualquier modo, no habría podido decir nada. Un nuevo estado de ánimo se había posesionado de mí.

-Cuando estés impaciente -prosiguió-, lo que debes hacer es voltear a la izquierda y pedir consejo a tu muerte. Una inmensa cantidad de mezquindad se pierde con sólo que tu muerte te haga un gesto, o alcances a echarle un vistazo, o nada más con que tengas la sensación de que tu compañera está allí vigilándote.

Volvió a inclinarse y me susurró al oído que, si volteaba de golpe hacia la izquierda, al ver su señal, podría ver nuevamente a mi muerte en el peñasco.

Sus ojos me hicieron una seña casi imperceptible, pero no me atreví a mirar.

Le dije que le creía y que no era necesario llevar más lejos el asunto, porque me hallaba aterrado. Él soltó una de sus rugientes carcajadas.

Respondió que el asunto de nuestra muerte nunca se llevaba lo bastante lejos. Y yo argumenté que para mí no tendría sentido seguir pensando en mi muerte, ya que eso sólo produciría desazón y miedo.

-¡Eso es pura idiotez! -exclamó-. La muerte es la única consejera sabia que tenemos. Cada vez que sientas, como siempre lo haces, que todo te está saliendo mal y que estás a punto de ser aniquilado, vuélvete hacia tu muerte y pregúntale si es cierto. Tu muerte te dirá que te equivocas; que nada importa en realidad más que su toque. Tu muerte te dirá: “Todavía no te he tocado.””<sup>88</sup>

---

<sup>88</sup> Castaneda, Carlos. 1995. Viaje a Ixtlan. México. Fondo de Cultura Económica.

## EL DEVENIR DEL TIEMPO EN EL POPOL VUH

En el pueblo maya-kiché encontramos el tema del tiempo expresado, como mítico, como histórico y astronómico.

### ¿Cuál es la naturaleza del mito?

Para hablar de ella Jean Houston, utiliza la concepción junguiana de arquetipos de lo inconsciente colectivo, que han servido para balancear las sombras y las luces de la cultura y de la persona. Basóse en Campbell quien observó cuatro funciones principales, psicológicas y sociales en el mito:



1. Brinda un puente entre la conciencia local de uno mismo y el misterio fascinante del universo. Reconcilia el espacio-tiempo local e histórico con los reinos trascendentes y las formas eternas.
2. Los mitos ofrecen una imagen interpretativa y abarcadora de esta relación en forma artística y religiosa.
3. Potencia el orden moral y causa una adaptación y conciliación entre los individuos y los requerimientos de sus diferentes climas, geografías, culturas y grupos sociales.
4. Su función es proteger el centrado y desarrollo de individuo en su integridad, con él mismo (microcosmos), su cultura (mesocosmos), el universo (macrocosmos) y con la unidad pancósmica, el último misterio creativo, que es tanto interno como externo él.<sup>89</sup>

En este sentido los mitos organizan racional y poéticamente arquetipos que el sujeto conoce cuando los proyecta en creaciones colectivas que dan sentido a la vida, las preguntas y las relaciones en una cultura. Por su afinidad con el Principio creativo, no sólo excita nuestra comprensión, sino que también evoca nuestra propia creatividad personal.

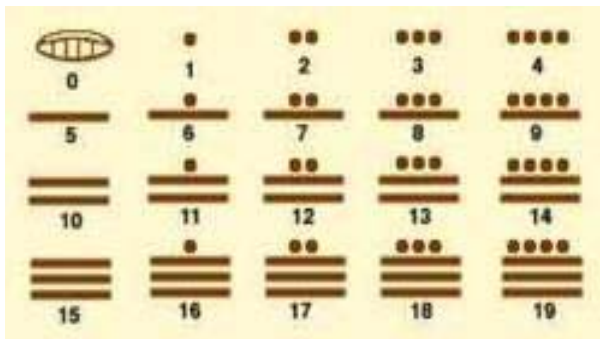
Mercedes de la Garza señala que hay quienes han buscado el surgimiento de la conciencia histórica como el triunfo de la racionalidad sobre la irracionalidad, entendida ésta como la concepción mágica del mundo. Ella sostiene que la magia y el mito no se oponen a racionalidad y lo que importa es encontrar la racionalidad del mito en un pueblo que desarrolla una conciencia histórica, una reflexión sobre el acontecer humano, que puede darse tanto en la mentalidad mítica como en la racionalista.

Para acercarse a la comprensión del sentido y concepto de la historia como acontecer humano en los mayas-kiché se basa en que “en las inscripciones sobre el pasado siempre se entrelazan los datos sobre los acontecimiento humanos con datos astronómicos, (...) que nos remite a una peculiar concepción de la historia que sólo puede ser entendida con base en la significación de la ciencia del tiempo.”<sup>90</sup>

<sup>89</sup> Houston, Jean. 1993. La diosa y el héroe. Bs. As. Editorial Planeta.

<sup>90</sup> De la Garza, Mercedes. 1975. La conciencia histórica de los antiguos mayas. México. UNAM.

El hombre maya se concebía como parte de la armonía de los astros, por eso van juntos en sus anotaciones los acontecimientos humanos con el calendario. De ahí la función práctica de la astronomía en un pueblo que creó el cero y el valor posicional de los signos, cerca de mil años antes que los hindúes –de quienes los tomaron los árabes, llevándolo luego a Europa-.



No obstante, no podemos pensar que el cero para los mayas era la nada, acaso intuían que nada puede obtenerse de nada, es el germen, el origen de algo y es representado en sus pictografías como una *semilla* y no como un caracol como algunos han supuesto. Es un símbolo que “nos lleva a interpretar la naturaleza del conjunto cósmico que nos dice que de la nada no podemos obtener nada, pero de ese *algo* (agua, fuego, huracán) puede

y nace todo.”<sup>91</sup> Es pura potencialidad.

Sus varios calendarios registran todos los fenómenos posibles en el transcurso del tiempo, llegan a concebir fechas y hechos a muchos cientos de siglos para atrás, como en el futuro. Thompson<sup>92</sup>, afirma que su preocupación es el camino por el cual el tiempo se deslizaba, se extiende hasta un punto tan distante en el pasado, que la mente del hombre actual es incapaz de comprender su remotividad. Piensa que tal vez los mayas hayan pensado que el tiempo no tuvo principio jamás.

Eric Thompson fue uno de los primeros en aseverar el origen tolteca de los pueblos kichés por los estudios lingüísticos que muestran que la lengua kiché es más antigua.

El génesis del Popol Wuj<sup>93</sup> es un movimiento de continuidad y de ruptura en una transformación necesaria para conservar el equilibrio. La calma inicial en la matriz cósmica también es tiempo, una forma de transcurrir, y no de inmovilidad. La forma existe en el tiempo en la matriz de las latencias. Espacio y tiempo están entrelazados en la potencialidad y en el devenir generador. El cosmos es un sutil receptáculo que contiene infinitas existencias que pueden llegar a ser.

Hay muchas interpretaciones y la primera que hemos tenido ha sido la de los conquistadores que “cristianizaron” su génesis, viendo al principio el caos.

No es la potencia aristotélica que prefija la forma, acá la forma se ensaya, se cambia. En las creaciones del hombre, no hay una idea previa, ni una creación perfecta, son ensayos. Se espera que hablen, que recuerden a sus creadores, es decir su origen sagrado, su historia, pero no alcanzaba con que hablaran, se siguió ensayando, tenían que tener razón, pensar también en sus obras y consecuencias. Como potencialidades se entienden infinitas gamas de combinaciones. Como el cero que es potencialidad, origen de algo. No pensaron en la nada

<sup>91</sup> Andrade Warner, Fernando. 1985. El Popol Vuh. México. Fernández Editores S.A.

<sup>92</sup> In De la Garza, Mercedes. 1975. La conciencia histórica de los antiguos mayas. México. UNAM.

<sup>93</sup> López, Carlos M. Usa el término Wuj por su semejanza con la pronunciación, pero se lo encuentra igual que Vuh.

absoluta. No hay un “ontos” de cada cosa. Los dioses, los formadores, los creadores, no son predeterminación “esencial”, ni “causa primera”. “Como figuras divinas -¿encósmicas?- no son seres, no son configuraciones animistas, sino que son signos, tal vez muy ligados a un sistema de metáforas visuales.”<sup>94</sup>

En la creación del hombre de madera<sup>95</sup>, dice:

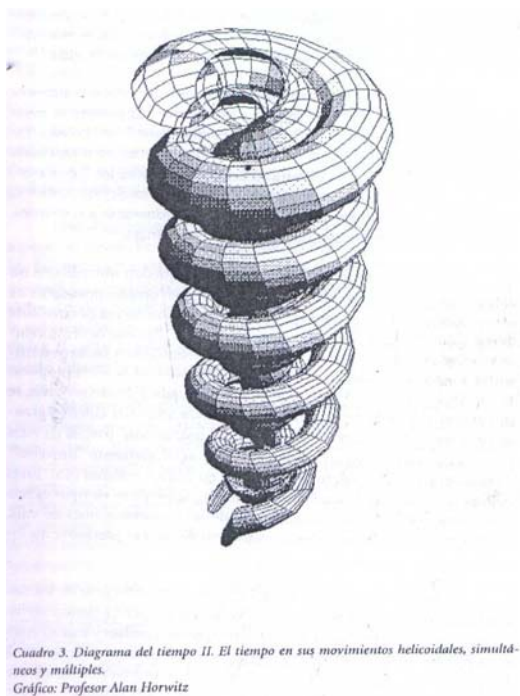
“Y de inmediato fueron hechos los muñecos de madera. Hablaron como el hombre, se parecían al hombre y poblaron la faz de la tierra. Vieron y engendraron hijas e hijos; pero no tenían alma ni sabiduría. No recordaban al Creador y al Hacedor; ambulaban sin rumbo y sin objeto, y como no reverenciaban al Espíritu del Cielo fueron desechados.”

Representan la voluntad y capacidad de formación, justifican la determinación de vida en el espacio abierto del tiempo. También se parecen a los hombres cuando crean, hay una proyección del propio pueblo maya-kiché: son varios, se reúnen en Consejo para deliberar y decidir, prueban, fallan y vuelven a empezar consultando con otros.

“El hombre de maíz.

Aquí comienza (el relato) de cuando se decidió crear al hombre y de lo que se buscó para hacer la carne del hombre.

Los Progenitores, el Creado, el Hacedor, los llamados Tepeu y Gucumatz, hablaron así:



-Se acerca el amanecer; debemos concluir la obra y que surjan quienes nos alimenten y sustenten los hijos preclaros, los varones esclarecidos. Que aparezca el hombre, la humanidad, sobre la faz de la tierra. -Así dijeron.

Entonces se reunieron, llegaron y celebraron consejo en las tinieblas de la noche. Y luego buscaron, discutieron, deliberaron y meditaron. Así surgieron con claridad sus decisiones y hallaron y descubrieron lo que debía entra en la carne del hombre. Poco faltaba para que apareciera el sol, la luna y las estrellas, sobre el Creador y el Hacedor.”<sup>96</sup>

López ve una cosmogonía, la existencia, como un infinito estado de equilibrio en perpetuo cambio sobre la base del movimiento introducido por la continua confrontación de fuerzas o de tendencias antagónicas que no se resuelven en un único y predeterminado sentido, sino que van desplazándose en múltiples direcciones, y

<sup>94</sup> López, Carlos M. 1999. Los Popol Wuj y sus epistemologías. Quito. Abye-yale.

<sup>95</sup> Los intentos de creación del hombre son tres. El primero de barro, el segundo de madera y en el tercero pusieron maíz en su carne, ese es el maya-kiché. Pero nada es definitivo.

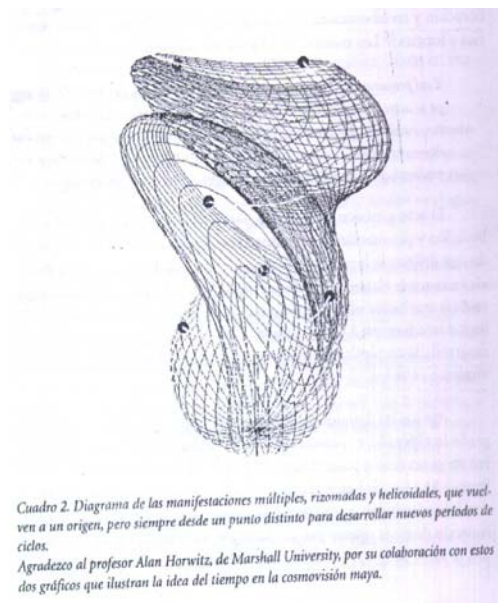
<sup>96</sup> Popol Vuh. Mitos y leyendas del pueblo quiché. 1987. Montevideo. Ediciones del Nuevo Mundo.

tentando múltiples posibilidades.

El tiempo va marcando el devenir, los calendarios van registrándolo para tratar de predecir los fenómenos astronómicos, los cambios atmosféricos y telúricos, para organizar la vida en esa cultura. Pero no se puede pensar en un tiempo lineal, sino que transcurre en múltiples direcciones.

La creación es como una germinación, no surge de una vez para siempre, no hay cosas inmutables. Porque el tiempo no es un concepto ajeno a las cosas creadas, sino que por el contrario, forma parte de ellas.

“*El tiempo* es el acto de transformación incesante y de surgimiento de los cambios, es el encuentro de los Gucumatz con Huracán Caculhá y la resultante eclosión de formas de vida. Tampoco es la transformación incesante sin comienzo ni final específicos, de la armonía del universo impelida por la acción de las fuerzas antagónicas que emanan de su propio seno. En cada aparente repetición, hay una modificación, en cada aparente final, hay un cambio radical que modifica toda la constitución de la nueva manifestación de vida.”<sup>97</sup>



Cuadro 2. Diagrama de las manifestaciones múltiples, rizomadas y helicoidales, que vuelven a un origen, pero siempre desde un punto distinto para desarrollar nuevos periodos de ciclos. Agradezco al profesor Alan Horwitz, de Marshall University, por su colaboración con estos dos gráficos que ilustran la idea del tiempo en la cosmovisión maya.

Imágenes <sup>98</sup>

“El éxito en la formación del hombre de maíz no habla de la omnipotencia de las figuras divinas, sino del proceso de la fecundidad y potencialidad de la vida, habla de la enorme capacidad de multiplicar sus manifestaciones para alcanzar nuevas expresiones que la expandan hacia el infinito. De acuerdo a esto, parece evidente que para la cosmogonía maya-kiché, la humanidad no siempre fue absolutamente perfecta ni imperfecta, sino que tuvo que ir hacia niveles crecientes de perfeccionamiento. Esta perspectiva pone a las criaturas existentes, y en particular al ser humano, dentro de una dinámica de integración al cosmos participando armónicamente de sus reglas.”<sup>99</sup>

Es un Cosmos de una compleja combinación de tres planos superpuestos y cuatro “rumbos” horizontales, simbolizados por colores, aves y ceibas, siguiendo un orden cíclico. Estos ciclos son llamados Soles que tienen a su vez otros ciclos menores, que se manifiestan en una unidad espacio-tiempo, por lo que el tiempo es el Cosmos mismo, en tanto que el Universo es dinámico.

<sup>97</sup> Popol Vuh. Mitos y leyendas del pueblo quiché. 1987. Montevideo. Ediciones del Nuevo Mundo.

<sup>98</sup> López, Carlos M. Los Popol Wuj y sus epistemologías. 1999. Diagramas del tiempo en sus movimientos helicoidales, simultáneos y múltiples en la cosmovisión maya-kiché. Que vuelven a su origen, pero siempre desde un punto distinto para desarrollar nuevos periodos. La primera se asemeja a la serpiente emplumada. Fueron realizadas por el profesor Alan Horwitz de Marshall University.

<sup>99</sup> López, Carlos M. Los Popol Wuj y sus epistemologías. 1999. Quito. Abye-yale.



### De la Garza cita a León – Portilla:

“Para ellos el tiempo mismo fue la realidad primordial y sin límites, la deidad de los múltiples rostros, períodos o ciclos, que en jornadas alternantes y con la posibilidad de retornos, en un ámbito que no alcanza término, comunican su carga a todos los planos y a todos los rumbos del Universo.”<sup>100</sup>

Así la historia del acontecer humano entra en los ciclos puesto ellos no se concebían ajenos a las otras realidades dinámicas que constituyen el universo.

El estudio de la astronomía, el cálculo con el *cero* y la *cuenta larga*, con las otras medidas del tiempo como *Baktunes*, *katunes*, *tunes uinales* y *el de los kines*, a los que se le agregaban los cuatro rumbos del universo con sus influencias benéficas y maléficas: *Kan* con la abundancia de granos, *Muluk* con el agua, *Ix* y *Cauac*, desastres; estaban vinculados a los templos –según algunos también observatorios astronómicos- a los sacerdotes y otros estudiosos.

Precisaron la esfericidad de la tierra, el ciclo del sol con una coincidencia casi exacta, con el Año Tópico; registró el período de la lunación y las revoluciones sinódicas de Venus; terremotos, marejadas e inundaciones, la erupción de volcanes, sequías o la extrema abundancia de las lluvias, lo que no es controlable por el hombre, pero su conocimiento ayuda a prever; “creó un fecha *Era* como punto de partida para sus cálculos cronológicos: *4 Ahau 8 Cumhú*, que corresponde al 12 de agosto de 3113 a.C. y se aplicó a la labor de calcular y registrar fechas mediante un complicado sistema llamado de la “Cuenta larga” o “serie inicial” no sólo como algo útil para la vida humana material, sino por una conciencia más profunda de la temporalidad, como parece sugerirlo, muy particularmente, la fecha *7 Ahau 3 Pop*, inscrita en la estela D de Quiriguá, que, si la lectura es correcta, registraría un día situado cuatrocientos millones de años hacia el pasado”<sup>101</sup>.

Así, la historia es racional porque las leyes cósmicas son racionales, en tanto cuantificables con exacta precisión. La historia racional garantiza la legalidad de la existencia humana en el tiempo: la racionalidad del tiempo universal fundamenta la regularidad con la que se produce la historia.

En el capítulo V del Popol Vuh se relata como partieron, aquellos primeros hombres *Balam-Quitiz'*, *Balam-Acab*, *Mahucutah* e *Iqui-Balam*. Ésos llamaron a sus respectivos hijos, hijas y esposas.

“(…) y sus corazones lloraban cuando cantaron el *Camucú*, que así se llamaba la canción que cantaron cuando se despidieron de sus hijos.

-¡Oh hijos nuestros! Nosotros nos vamos, nosotros regresaremos; sanas recomendaciones y sabios consejos os dejamos. Y vosotras, también, que vinisteis de nuestra lejana Patria, ¡Oh esposas nuestras!, les dijeron a sus mujeres, y de cada una de ellas se despidieron. Nosotros nos volvemos a nuestro pueblo, ya está en su sitio Nuestro

<sup>100</sup> León – Portilla. Tiempo y realidad en el pensamiento maya. 1978. México UNAM.

<sup>101</sup> De la Garza, Mercedes. La conciencia histórica de los antiguos mayas. 1975. México UNAM.

Señor de los Venados<sup>102</sup> manifiesto está en el cielo. Vamos a emprender el regreso, hemos cumplido nuestra misión, nuestros días están terminados. Pensad, pues, en nosotros, no nos borréis (de la memoria), ni nos olvidéis. Volveréis a ver vuestros hogares y vuestras montañas, estableceos allí, y que ¡así sea! Continúa vuestro camino y veréis de nuevo el lugar de donde vinimos.

Estas palabras pronunciaron cuando se despidieron. Luego dejó Balam-Quitze la señal de su existencia: -Este será vuestro poder. Yo me despido lleno de tristeza, agregó. Entonces dejó la señal de su ser, el *Pizom-Gagal*, así llamado, cuyo contenido era invisible, porque estaba envuelto y no podía desenvolverse; no se veía la costura porque no se vio cuando lo envolvieron.

De esta manera se despidieron y en seguida desaparecieron allá en la cima del monte Hacavitz.

No fueron enterrados por sus mujeres, ni por sus hijos; porque no se vio qué se hicieron cuando desaparecieron. Sólo se vio claramente su despedida, y así el Envoltorio fue muy querido para ellos. Era el recuerdo de sus padres e inmediatamente quemaron copal ante este recuerdo de sus padres.”<sup>103</sup>

El pedido expreso, no nos borréis de la memoria, no olvidéis, parece hacer referencia a la historia de su pueblo, que es representado por las personas que lo forjaron. Volveréis de nuevo al lugar de donde vinimos, hay ciclos que los pueblos deben cumplir, y si es preciso no olvidar para construir su historia, también es necesario no olvidar su tierra de origen. El sentido de pertenencia a un lugar y una cultura debe cultivarse a través de su historia. Y en medio de esa historia es que los sujetos han de encontrar el sentido de la vida, que como los mayas han visto no es uno definitivo ni para un pueblo, ni para un sujeto. El sentido de la vida –como afirma Frankl-, cambia continuamente, pero no deja nunca de existir.

### En el Chilán Balam registraron un día para la conquista:



“En el *Once Ahau* se comienza la cuenta, porque en este *Kutún* se estaba cuando llegaron los *Dzules*<sup>104</sup> los que venían del Oriente cuando llegaron. Entonces empezó el cristianismo también.

(...) Solamente por el tiempo loco, por los locos sacerdotes, fue que entró a nosotros la tristeza, que entró a nosotros el “Cristianismo”. Porque los “muy cristianos” llegaron aquí con el verdadero Dios; pero ese fue el principio de la miseria nuestra, el principio del tributo, el principio de la

“limosna”, la causa de que saliera la discordia oculta (...)”<sup>105</sup>

Imagen <sup>106</sup>

<sup>102</sup> Venado es símbolo de desaparición y despedida.

<sup>103</sup> Popol Vuh. Mitos y leyendas del pueblo quiché. 1987. Monevideo. Ediciones del Nuevo Mundo.

<sup>104</sup> Dzules: hombres blancos.

<sup>105</sup> Libro de Chilán Balam de Chumagel. Literatura Maya. 1977. México.UNAM.

## UNA PALETA MULTICOLOR.

Todas estas son visiones que podemos ubicar en un estudio antropológico como proyecciones, representaciones de las temáticas, preocupaciones y resoluciones que surgen en distintas épocas y culturas, son creaciones colectivas y de poetas que representan su sentir y el de otros. La gente representa. Esto es parte de lo que es una persona.

Desde la perspectiva artística y desde una mirada antropológica se plantean muchos cuestionamientos: Dice Gombrich: “Un problema que ha obsesionado a los historiadores del arte a lo largo de muchas generaciones. ¿Por qué diferentes épocas y diferentes naciones han representado el mundo visible de modos tan distintos? Las pinturas que aceptamos como fieles a la realidad, ¿les parecerán a futuras generaciones tan poco convincentes como nos parecen a nosotros las pinturas egipcias? ¿Es acaso enteramente subjetivo todo lo que afecta al arte, o existen criterios objetivos en tales materias? Tal variabilidad de la visión artística, ¿no nos ayudará también a explicar las desconcertantes imágenes creadas por los artistas contemporáneos?”<sup>107</sup>

No obstante podemos reconocer estilos y épocas en la pintura, la literatura, la música, la arquitectura, lo que implica que lo subjetivo no está separado de lo colectivo, de la cultura, del momento histórico que imprime una cierta sensibilidad, una cierta percepción de la realidad donde se entretajan subjetividad con lo colectivo. En definitiva, son también relatos, construcciones de la realidad que aunque libres responden a una sintaxis de la lengua, del pensamiento que posibilita formas de expresión con las que juega libremente.

### No hay realismo con la muerte.

La muerte es absolutamente real, pero no sus representaciones.

**Antonius Block:** ¿Quién eres?

**Muerte:** Soy la Muerte.

**Antonius Block:** ¿Has venido a buscarme?

**Muerte:** Hace tiempo que camino a tu lado.

**Antonius Block:** Ya lo había advertido.

**Muerte:** ¿Estás preparado?

**Antonius Block:** Mi cuerpo lo está... pero yo no.



*Diálogo de El Séptimo Sello, de Ingmar Bergman (1918-2007).<sup>108</sup>*

<sup>106</sup> Pintura mural maya. Copan.

<sup>99</sup> Gombrich, Ernst H. Arte e ilusión. 2002. Estudio sobre la psicología de la representación pictórica. Barcelona. Paidós.

<sup>108</sup> [www.onat.blogia.com/temas/vivir-de-cine.php](http://www.onat.blogia.com/temas/vivir-de-cine.php)

## LA MUERTE.

Recitado: **José Carbajal**. Orfeo Sulp 90743. 1984.

"Me enrosco en tus ancas fuertes

Y en tus ternuras...mi negra.

Me gusta vivir la vida

Arañándome a la suerte

Pa´ no tener tanto miedo

Cuando me abrace la Muerte.

Será porque tengo el cuerpo

Llenito de madrugadas

Que busco una muerte viva...

Jamás una muerte mansa

O será que no se eligen

Estos barullos del Alma

Atrás de la enamorada

Anda él enamorando

Detrás de mi vida negra

Corren los que van matando

Con chorros de mariposa

Enamoramos la vida

Entre sábanas calientes

Promesas... y despedidas

Y bajo cada retazo

Anda la muerte escondida

Angelito...de ver tengo

Ventanita de un verano

Me dejaste la tristeza

Cuando arrancaste mi mano

Quedarás...con los mariachis

Cantarás con las trompetas

Y yo... me marcho solito

Llorando porque me cuesta.

La muerte no tiene manos

La vida se las quitó

Pero le dejó la boca

Que le dice: Ven mi amor

Muerte que andas de amarguras

Como si me lo pidieras

Déjame un ratio solo

Arreglarme con mis penas

Le juro que si se ensaña,

Muerte con mi corazón

El día que me caliente

Salgo a perseguirla yo.

Dónde se irá la Muerte

Que pasó en puntas de pie

No me interesa compadre,

Ya lo sabremos después.

La Muerte andaba rondando,

Quien sabe dónde andará.

No me dejes alegría

No te vayas Vida mía

Que esta puta, vieja y fría

Nos tumba sin avisar".

## FUENTES

- Andrade Warner, Fernando. 1985. El Popol Vuh. México. Fernández Editores S.A.
- Cadenas, Mujica, Manuel. El vino y las religiones.<http://farm2.static.flickr.com>
- Campbell, Joseph. 2006. El héroe de las mil caras del mito. Psicoanálisis del mito. Argentina. F.C.E.
- Castaneda, Carlos. 1995. Viaje a Ixtlan. México. F.C.E.
- Cirlot, Juan Eduardo. 1997. Diccionario de símbolos. España. Ediciones Siruela.
- De la Garza, Mercedes. 1975. La conciencia histórica de los antiguos mayas. México. UNAM.
- Eliade, Mircea. 1997. El mito del eterno retorno. Barcelona. Ed. Altaya.
- Eliade, Mircea. 1967. Mito y realidad. Madrid. Ediciones Guadarrama.
- Eliade, Mircea. 1967. Lo sagrado y lo profano. Madrid. Ediciones Guadarrama.
- Epopéya de Gilgamesh. Anónimo. 1974. México. UNAM.
- Frankl, Víktor. 2004. El hombre en busca de sentido. Barcelona. Herder Editorial SL
- Gombrich, Ernst H. 2003. Arte e ilusión. Estudio sobre la psicología de la representación pictórica.[pdf Googlebooks/](http://www.googlebooks.com)
- Herrigel, Eugen. Zen en el arte del tiro con arco. Bs. As. Kier. S.A.
- Hesíodo. 2001. Trabajos y días. España. Alianza Editorial.
- Houston, Jean. 1993. La diosa y el héroe. Bs. As. Editorial Planeta.
- León – Portilla, Miguel. 1978. Tiempo y realidad en el pensamiento maya. México. UNAM.
- León-Portilla, Miguel. 1978. Trece poetas del mundo azteca.
- Libro de Chilan Balam de Chumagel. Literatura Maya. 1977.
- López, Carlos M. Los Popol Wuj y sus epistemologías. 1999.
- Los Upanishads. 1998.
- Manrique. Coplas a la muerte de su padre. htm
- Parrinder, Jeffrey. La sabiduría del bosque. 1980.
- Popol Vuh. Mitos y leyendas del pueblo quiché. 1987.
- Sechi Mestica, Giuseppina. Diccionario de Mitología Universal.1990.
- Vargas Llosa, Alvaro - El arte mediocre: Una entrevista con Ernst Gombrich.[html](http://www.nuticion.co.cr/imagenes/yogaom2.gif)
- [www.onat.blogia.com/temas/vivir-de-cine.php](http://www.onat.blogia.com/temas/vivir-de-cine.php)
- <http://sietemaravillas.tripod.com/>

## EL TIEMPO EN LA CIENCIA.

Cualquier elemento, de cualquier realidad, aún de la realidad de los sistemas formales que son tal vez los constructos más simbólicos y seguros que existen son ordenadores de la realidad. Sea desde la mecánica clásica como en la filosofía kantiana, el tiempo es un parámetro ordenador de esa realidad. Tiempo y espacio son susceptibles de adquirir otra disposición, otra organización.

Para Galileo considerado el padre de la ciencia moderna, y para Newton el tiempo como el espacio son considerados absolutos. Y la física clásica define a un fenómeno físico como dado en el espacio y el tiempo, dando por sentado que éstos existen independientemente de nosotros y los objetos.

### LA FLECHA DEL TIEMPO

Las leyes de la ciencia no distinguen entre el pasado y el futuro. Con más precisión, las leyes de la ciencia no se modifican bajo la combinación de las operaciones (o simetrías) conocidas como **C**, **P** y **T**. (**C** significa cambiar partículas por antipartículas. **P** significa tomar la imagen especular, de modo que izquierda y derecha se intercambian. **T** significa invertir la dirección de movimiento de todas las partículas: en realidad, ejecutar el movimiento hacia atrás.) Las leyes de la ciencia que gobiernan el comportamiento de la materia en todas las situaciones normales no se modifican bajo la combinación de las dos operaciones **C** y **P** por sí solas. En otras palabras, la vida sería exactamente la misma para los habitantes de otro planeta que fuesen imágenes especulares de nosotros y que estuviesen hechos de antimateria en vez de materia.

“La explicación que se da usualmente de por qué no vemos vasos rotos recomponiéndose ellos solos en el suelo y saltando hacia atrás sobre la mesa, es que lo prohíbe la segunda ley de la termodinámica. Esta ley dice que en cualquier sistema cerrado el desorden, o la entropía, siempre aumentan con el tiempo. En otras palabras, se trata de una forma de la ley de Murphy: ¡las cosas siempre tienden a ir peor! Un vaso intacto encima de una mesa es un estado de orden elevado, pero un vaso roto en el suelo es un estado desordenado. Se puede ir desde el vaso que está sobre la mesa en el pasado hasta el vaso roto en el suelo en el futuro, pero no así al revés.

“Para resumir, las leyes de la ciencia no distinguen entre las direcciones hacia adelante y hacia atrás del tiempo. Sin embargo, hay al menos tres flechas del tiempo que sí distinguen el pasado del futuro. Son la flecha termodinámica, la dirección del tiempo en la cual el desorden aumenta; la flecha psicológica, la dirección del tiempo según la cual recordamos el pasado y no el futuro; y la flecha cosmológica, la dirección del tiempo en la cual el universo se expande en vez de contraerse. (...) la flecha psicológica es esencialmente la misma que la flecha termodinámica, de modo que las dos señalarán siempre en la misma dirección. La propuesta de no frontera para el universo predice la existencia de una flecha termodinámica del tiempo bien definida, debido a que el universo tuvo que comenzar en un estado suave y ordenado. Y la razón de que observemos que esta flecha termodinámica coincide con la flecha cosmológica es que seres inteligentes sólo pueden existir en la fase expansiva. La fase contractiva sería

inadecuada debido a que no posee una flecha termodinámica clara del tiempo.<sup>109</sup> (El subrayado en mío).

Son tan diversas las formas en que se concibe el tiempo desde la física misma que cuesta creer que se haya pensado -y aún hoy- en una única visión científica del mundo. Así como la vida evoluciona hacia la diversidad y especialización, las ideas en la búsqueda de la aprehensión, comprensión y descripción de la realidad también tienden a la diversidad, y en ello está su riqueza. ¿Dónde está la diferencia entre ciencia y filosofía?

“Cuestión indisociable de otra: el significado del tiempo. Para nosotros, tiempo y existencia humana, y en consecuencia, la realidad, son conceptos indisociables. Pero ¿lo son necesariamente? Citaré la correspondencia entre Einstein y su viejo amigo Besso. En sus últimos años, Besso insiste constantemente en la cuestión del tiempo. ¿Qué es el tiempo, qué es la irreversibilidad? Einstein, paciente, no se cansa de contestarle, la irreversibilidad es una ilusión, una impresión subjetiva, producto de condiciones iniciales excepcionales.

La correspondencia quedaría interrumpida por la muerte de Besso, unos meses antes que Einstein. Al producirse el óbito, Einstein escribió en una emotiva carta a la hermana y al hijo de Besso:

«Michele se me ha adelantado en dejar este extraño mundo. Es algo sin importancia. Para nosotros, físicos convencidos, la distinción entre pasado, presente y futuro es solo una ilusión, por persistente que ésta sea.»

«Sólo una ilusión»...Debo confesar que la frase me impresionó enormemente. Creo que expresa de un modo excepcionalmente notable el poder simbólico de la mente.

En realidad, Einstein, en la carta, no hacía más que reiterar lo que Giordano Bruno escribiera en el siglo XIV y que, durante siglos, sería el credo de la ciencia:

«El universo es, por lo tanto, uno, infinito e inmóvil. Una, digo; es la posibilidad absoluta, uno el acto, una la forma del alma, una la materia o el cuerpo, una la cosa, uno el ser, uno lo máximo y lo óptimo, lo que no admite comprensión y, aun, eterno e interminable, y por eso mismo infinito e inacabable y, consecuentemente, inmóvil. No tiene movimiento local, porque nada hay fuera de él que pueda ser trasladado, entendiéndose que es el todo. No tiene generación propia, ya que no hay otra cosa en la que pueda desear o buscar, entendiéndose que posee todos los seres. No es corruptible, ya que no hay otra cosa en la que pueda tornarse, entendiéndose que él es toda cosa. No puede disminuir ni aumentar, entendiéndose que es infinito, y, por consiguiente, aquello a nada puede añadirse y nada substraerse, ya que el universo no tiene partes proporcionales. No es alterable en ninguna otra disposición, porque no tienen nada externo por lo que pueda surgir y a través de lo cual pueda ser afectado».<sup>110</sup>

Einstein ha sido un ser extraño para sus colegas, tanto admirado como incomprendido. Ya desde niño lo era para sus maestros y profesores. Cuenta C. Sagan<sup>111</sup> que en los años

<sup>109</sup> Hawking, Stephen. 2002. Historia del Tiempo: Del Big Bang a los Agujeros Negros. Barcelona. Crítica.

<sup>110</sup> Prigogine, Illya. 1988. Tan solo una ilusión. Una exploración del caos al orden. Barcelona. Libergraf S.A.

<sup>111</sup> Carl Sagan fue profesor de la cátedra David Duncan de Astronomía y Ciencias Espaciales en la Universidad de Cornell, responsable de misiones de la NASA como la Mariner, Viking, Voyager y Galileo, instructor de astronautas,

1890 un adolescente acostumbraba a pasearse por el paisaje campestre de la Toscana, pues sus docentes dijeron a sus padres que no iba a llegar a nada y sus preguntas importunaban e interferían en el orden de la clase.

Einstein adolescente había leído la obra de Bernstein: El Libro popular de Ciencia natural, obra de divulgación que describía la increíble velocidad de la electricidad a través de los hilos y de la luz a través del espacio. Se sintió fascinado y surgieron en él esas preguntas que cambiaron el rumbo de la ciencia. Se preguntaba cómo se vería el mundo si cabalgara en una onda de luz. Si uno fuera en la cresta de una onda de luz sería imposible que supiera que va ahí –pensaba-. También se preguntó qué significa que dos acontecimientos son simultáneos.

“Supongamos que voy en bicicleta y me acerco hacia ti. Al acercarme a un cruce estoy a punto de chocar, o así me lo parece, con un carro arrastrado por un caballo. Hago una “ese” y consigo por los pelos que no me atropelle. Ahora imaginemos de nuevo este acontecimiento y supongamos que el carro y la bicicleta van a velocidades cercanas a la de la luz. Tú estás mirando desde el fondo de la carretera y el carro se desplaza en ángulo recto a tu visual. Tú ves que me acerco hacia ti gracias a la luz solar que reflejo. ¿No es lógico que mi velocidad se añada a la velocidad de la luz, de modo que mi imagen te llegaría mucho antes que la imagen del carro? ¿No deberías verme hacer una “ese” antes de ver llegar al carro? ¿Es posible que el carro y yo nos acerquemos simultáneamente al cruce desde mi punto de vista pero no desde el tuyo? ¿Es posible que yo evite por los pelos la colisión con el carro pero que tú me veas dar una ese alrededor de nada y continuar pedaleando alegremente hacia la ciudad de Vinci? Estas preguntas son curiosas y sutiles. Ponen en tela de juicio lo evidente.”<sup>112</sup>

Estas paradojas lógicas se dan sólo al desplazarse a velocidades cercanas a la de la luz.

Hay ciertas reglas de la naturaleza que Einstein codificó en su Teoría especial de la relatividad:

- La luz emitida por un objeto se desplaza a idéntica velocidad: 300.000 k/s tanto si se desplaza como si está en estado estacionario. No se suma la velocidad de la luz a tu velocidad.
- Ningún objeto material puede desplazarse a la velocidad de la luz ni a velocidad superior a ella. Es la velocidad cósmica límite.

No hay ningún lugar que esté “en reposo” en el universo, ni ninguna estructura desde la cual contemplar el universo que fuera superior a otra estructura cualquiera. Y de hecho no importa desde donde observamos el universo, las leyes de la naturaleza han de ser siempre las mismas.

“Una de tales consecuencias es que. Si viajamos a una velocidad suficientemente próxima a la de la luz, el tiempo transcurre cada vez más lentamente, y esta contracción temporal la registran tanto los relojes de pulsera y atómicos como nuestros propios relojes biológicos. En consecuencia, un vehículo espacial que viajase a una velocidad

---

genial divulgador científico, cofundador de la Sociedad Planetaria y gran activista escéptico contra las pseudociencias. Entre los numerosos premios que ha recibido se encuentran el Pullitzer, el Apollo, el Masursky y la medalla al Bienestar Público. El asteroide 2709 fue bautizado con su nombre. (9 de noviembre de 1934 - 20 de diciembre de 1996).

<sup>112</sup> Sagan, Carl. 1987. Cosmos. Madrid. Editorial Planeta.



muy próxima a la de la luz cubriría la distancia entre dos puntos cualesquiera, fuera esta la que fuese, en un periodo de tiempo muy breve si lo medimos a bordo de la nave, pero que no sería tal de medirlo sobre los puntos de partida y destino. Algún día podremos viajar hasta el centro de la Vía Láctea y volver en unas pocas décadas según los relojes de a bordo, pero mientras, en la Tierra, los años transcurridos serán alrededor de 6.000.”<sup>113</sup>

Esta es la paradoja de la simultaneidad.

De hecho pensar en ver el mundo desde un rayo de luz generó muchas paradojas en la ciencia y en una sociedad que daba por sentadas muchas cosas. Los europeos a principio de siglo XX solían creer en marcos de referencias privilegiados: que la cultura o la organización política alemana, o francesa o británica era mejor que la de otros países; que los europeos eran superiores a otros pueblos que habían “tenido la fortuna de ser colonizados” por ellos.

Einstein detestó toda su vida a los partidarios de una disciplina rígida, tanto en los terrenos de la educación como en los de la ciencia y la política. Tal vez el hecho de haberse formado fuera del paradigma de la Universidad por su imposibilidad de aprobar el examen de ingreso ofició igual que su expulsión de la escuela secundaria. Fue un libre pensador. Elaboró la teoría de la relatividad especial a los 25 años.

En uno de sus “experimentos mentales” supone que si nos dirigimos en un vehículo a medida que aumenta la velocidad, el mundo se presenta como comprimido en una ventana circular que está constantemente delante de nosotros. Desde el punto de vista de un observador estacionario la luz que reflejamos se torna rojiza y azulada cuando volvemos. Si nos desplazamos hacia el observador a una velocidad cercana a la de la luz, nuestra emisión infrarroja normalmente invisible se tornará visible, hacia longitudes de onda más cortas. Quedaremos comprimidos en dirección al movimiento, y nuestra sensación del tiempo, se hará más lento, lo que constituye una dilatación temporal. Para un observador que hipotéticamente nos siguiera no observaría nada de eso. Estas predicciones paradójicas dependen de nuestro movimiento relativo. No son efectos psicológicos, ni ilusiones ópticas, son reales para la física. Se realizaron ciertos experimentos con relojes de precisión transportados en aviones que retrasan un poco en relación a relojes estacionarios.

Como estos viajeros envejeceríamos más lentamente, distanciándonos a la vez de quienes no nos acompañen en la aventura. Cuando regresemos no quedarán amigos ni parientes para darnos la bienvenida. No obstante, con la teoría Einstein - Rosen, podría ser relativo el tiempo pero viajando con otra dilatación del espacio-tiempo. Como en *Contacto* la novela de Carl Sagan.

“El interés en los agujeros de gusano navegables tomó auge a continuación de la publicación de un escrito en 1987 de Michael Morris, Kip Thorne, y Uri Yertsever (MTY) del Instituto de Tecnología en California (4,5). Este artículo surgió por una solicitud a Thorne hecha por Carl Sagan quien estaba dándole vueltas a la cabeza a la manera de llevar a la heroína de su novela “*Contact*” a través de distancias interestelares a velocidades mayores que las de la luz.”<sup>114</sup>

<sup>113</sup> Sagan, Carl. 1981. *El cerebro de Brocca*. Barcelona. Ediciones Grijalbo S.A.

<sup>114</sup> Brun Compte, Liberto. <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/W/wormhole.html>

Los agujeros de gusano –término dado por el físico John Wheeler- se presentan como soluciones para las ecuaciones de Einstein en la teoría general de la relatividad cuando se aplican a los agujeros negros. Fue realizado por Einstein y Rosen en 1935. De hecho, surgen tan seguida y fácilmente en este contexto que algunos teóricos se sienten inclinados a creer que eventualmente puedan encontrarse o fabricarse contrapartes – agujeros blancos- y, quizá, ser utilizados para viajes más rápidos que la velocidad de la luz.

Tomando como ejemplo a la novela o película *Contacto*: “(...) si una nave rápida, llevando una boca de gusano fuese a viajar a Vega, a 25 años luz de distancia, a 99.995% de la velocidad de la luz (dado un factor de dilación-tiempo de 100), los relojes a bordo medirían el viaje como si sólo tomase tres meses. Pero el agujero de gusano alargándose desde la nave a la Tierra uniría directamente el espacio y el tiempo entre las dos bocas – una la de la nave y la otra dejada atrás en (o cerca) de la Tierra. Por lo tanto, medido también por los relojes terrestres, el viaje habría tomado sólo tres meses – tres meses para establecer un más o menos transporte instantáneo y enlaces de comunicación entre la Tierra y Vega.”<sup>115</sup>

Claro que ese tipo de viaje aun desde la teoría presenta sus dificultades pues había que poseer una energía adicional muy grande para poder mantenerlo abierto y no ser destrozado para pasar a través de él. Nuestra tecnología aún no está lista para llevar a cabo la tarea de construir un entramado de agujeros de gusano; la pregunta es si realmente puede existir ya en estos momentos.

Einstein ha sido un revolucionario en la ciencia, no obstante, exalta el pensamiento del pasado, a Newton y Leibniz. “Confía en la continuidad de las creaciones de la filosofía natural, en suma admite la conmensurabilidad entre las teorías físicas, antes que en la discontinuidad”.<sup>116</sup> No admite que la física cuántica sea la base de la física en que coincide con Leibniz, pues cada vez más la física plantea paradojas que según él han de resolverse en una teoría unificada para hablar de la Realidad. La realidad, desde los griegos es El tema, la gran obsesión dicen algunos.

David Deutsch y Michael Lockwood<sup>117</sup>, plantean desde la física cuántica la siguiente paradoja:

“Nuestra amiga Sonia guarda una máquina del tiempo en su garaje. Anoche marchó con ella. Se remontó hasta el año 1934, y visitó a su abuelo, que por entonces andaba rondando a su abuela. Sonia le convenció de que era, o sería, su nieta contándole secretos de familia que él no le había descubierto aún a nadie. El hombre se quedó de piedra, pero lo peor vino después, cuando éste comentó a su pretendida, en la cena, que acababa de conocer a la nieta de ambos. A ella le pareció que no debía de estar en sus cabales, y le ofendió que diera por hecha su conquista. No se casaron, y nunca tuvieron la hija que habría sido la madre de Sonia.”<sup>118</sup>

<sup>115</sup> Brun Compte, Liberto. <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/W/wormhole.html>

<sup>116</sup> Schwatzmann, Félix. 1994. *El discurso del método de Einstein*. Chile. Editorial Universitaria.

<sup>117</sup> David Deutsch y Michael Lockwood, ambos de la Universidad de Oxford, sienten el mismo interés por la fundamentación de la física. Deutsch se doctoró bajo la dirección de Dennis Sciama, continuando su formación con John A. Wheeler, Bryce de Witt y Roger Penrose. Lockwood enseña en el departamento de formación permanente.

<sup>118</sup> Deutsch, David y Lockwood, Michael. *Física cuántica de los viajes a través del tiempo*. Mayo 1994. Oxford University.

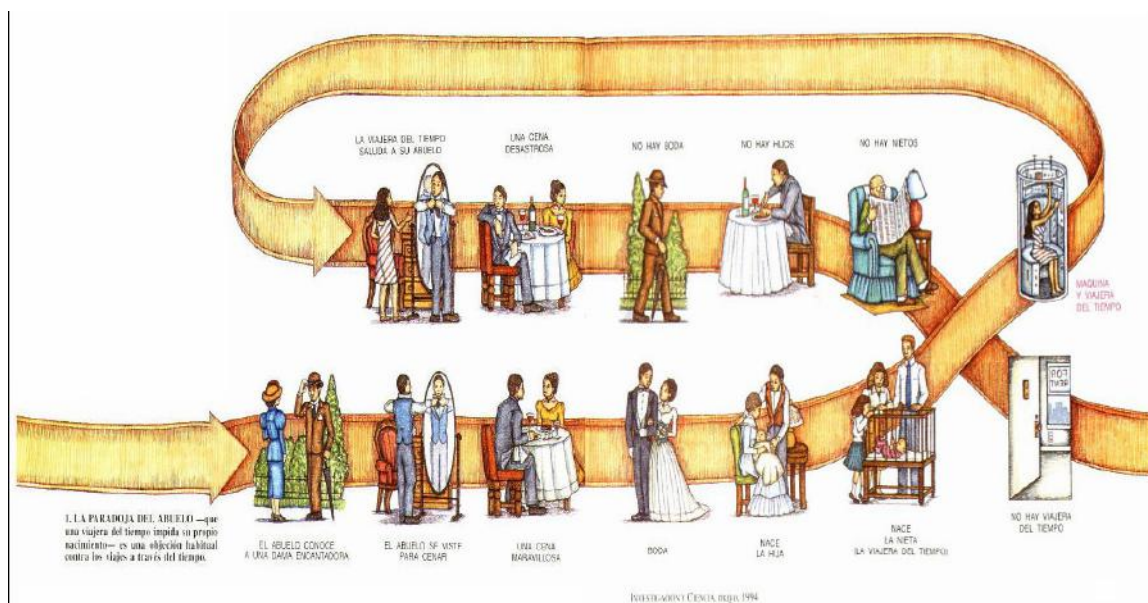


Imagen 119

“Pero entonces, ¿cómo es posible que Sonia esté ahí sentada, contándonos su aventura? Si su madre no nació, ¿cómo pudo nacer ella? Lo que en realidad hay que preguntarse es: cuando Sonia retrocede a 1934, ¿puede abortar el flirteo de los abuelos o no? Se responda lo que se responda, habrá problemas. Si Sonia puede impedir su propio nacimiento, se da una contradicción. Si no, su incapacidad va contra el sentido común, pues ¿qué le obstaría hacer lo que quisiera? ¿Sufriría una extraña parálisis cada vez que intentase llevar a cabo ciertos propósitos?”<sup>120</sup>

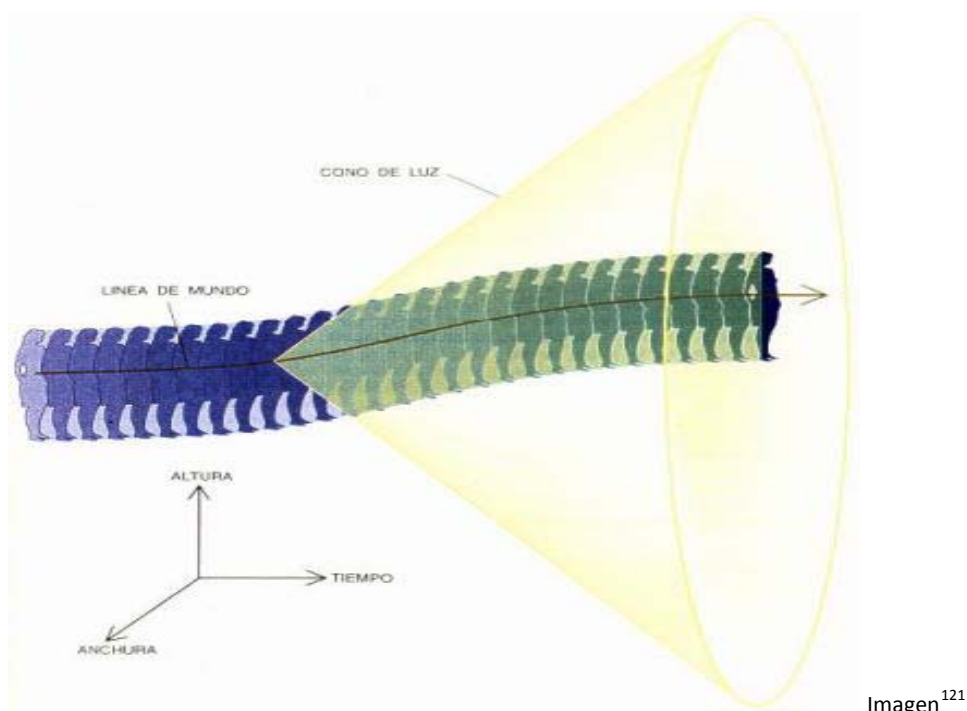
En las teorías especial y general de la relatividad, el espacio tridimensional y el tiempo se combinan constituyendo un espacio-tiempo tetradimensional. El espacio consta de puntos espaciales, y el espacio-tiempo, de puntos espacio-temporales, o *sucesos*, que representan un lugar concreto en un instante concreto. Nuestra vida forma en el *espacio-tiempo* una especie de "gusano" tetradimensional: la punta de la cola del gusano sería el suceso de nuestro nacimiento, y la parte frontal de su cabeza, el de nuestra muerte. Un objeto —nuestro cuerpo—, visto en un instante, es un corte tridimensional de ese largo, fino y retorcido gusano. La línea que describe un objeto, hecha abstracción de su bulto, recibe el nombre de *línea de mundo* (de ese objeto).

En cualquier punto de nuestra línea de mundo, el ángulo que forme con el eje temporal medirá nuestra velocidad. La línea de mundo de un rayo de luz tiene una inclinación de 45 grados; un destello de luz que se propague en todas las direcciones dibujará en el espacio-tiempo un cono, el "*cono de luz*". Una diferencia importante entre el espacio y el *espacio-tiempo* es que, en éste, no es posible que una línea de mundo zigzaguee, a diferencia de una línea que se dibuje en una hoja de papel. Nada puede ir más deprisa que la luz; por ello, la línea de mundo de un objeto no caerá nunca fuera del cono de luz que emane de cualquier punto de su pasado. A las *líneas de mundo* que satisfacen esta condición se las llama de "*tipo tiempo*". A lo largo de ellas, el tiempo, tal y como lo mide un reloj, crece en una de las dos direcciones posibles. Transitando una CTC (curva de tiempo cerrada), sin separarnos de ella, nos encontraríamos con nuestros respectivos yoes y ellos nos sustituirían. Si recorriéramos

<sup>119</sup> Ibid. Obra citada.

<sup>120</sup> Ibidem.

sólo una parte de ella, viajaríamos hacia el pasado encontrando a nuestros abuelos como Sonia, y encontrarnos con nosotros mismos.



Según Kip Thorne y los cálculos de Richard Gott si una cuerda cósmica pasa rápidamente por otra generaría estructuras CTC (dentro de teoría de las cuerdas). Claro, serían muy pequeñas para que pasara Sonia y su máquina de viajes espacio-temporales, y tal vez se necesitaría una tecnología adecuada para ampliarlo, mantenerlo y pasar sin desintegrarse como para hacer un viaje y contarlo luego.

Los posibles viajes en el tiempo ¿violarían algún principio fundamental de la mecánica clásica o la cuántica?

Hay dos principios básicos del pensamiento científico a considerar:

- El principio de *autonomía* y
- El principio de *coherencia*.

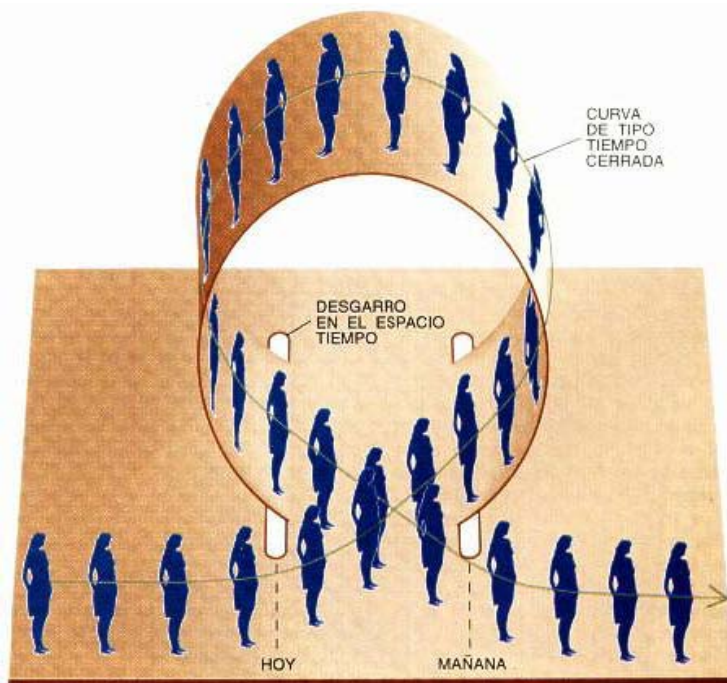
El principio de *autonomía*. Es una propiedad lógica que es deseable la tengan las leyes de la naturaleza. Toda la ciencia experimental descansa en ella. Es decir que podemos hacer en el laboratorio todo lo que las leyes de la naturaleza permitan, sin que el universo exterior incida en ello. Que podamos controlar las variables dentro de él, ocurra lo que ocurra en el universo fuera de él.

Si no hay CTC la mecánica clásica y la cuántica satisfacen el principio de autonomía. Pero si la hay la física clásica lo contraviene, dirá que Sonia una vez en el pasado tendrá que hacer lo que la historia revele que hizo, es determinista, no tendrá *libre albedrío*.

<sup>121</sup> Deutsch, David y Lockwood, Michael. *Física cuántica de los viajes a través del tiempo*. Mayo 1994. Oxford University.

El principio de *coherencia*, afirma que las únicas configuraciones materiales que pueden darse localmente son las coherentes consigo mismas a escala global. Es decir, que el mundo fuera del laboratorio condiciona lo que pasa dentro de él.

Generalmente ambos principios no entran en contradicción, pero si existen CTC si.



Según la mecánica clásica el principio de coherencia exigirá que el de autonomía falle. La física clásica sostiene que no hay más que una historia, sí que por mucho que Sonia desee hacer algo distinto (p.i. llevarle a su yo más joven diseños o pinturas del futuro para darle la oportunidad a que ella los copie antes de que se hayan creado), la *coherencia* le obligará hacer lo que está determinado.

El verdadero meollo de la paradoja del abuelo no es la violación del *libre albedrío*, sino del sentido común y del razonamiento científico: el principio de *autonomía*. Aunque todo esto es meramente académico, no hay análisis clásico que elimine esta paradoja en presencia de CTC.

Para los viajes en el tiempo la mecánica cuántica requiere la existencia de CTC, aunque sea muy difícil encontrarlas a escala macroscópica, a escala sub-microscópica está lleno de ellos. Y a nuestro alrededor puede haber muchos agujeros de gusanos y partículas viajando por ellos atrás en el tiempo.

Según Everett, si algo puede ocurrir físicamente, ocurre (en algún universo). La realidad física consiste en una colección de universos o “multiverso”. P.i. “Un neutrón puede desintegrarse en cualquier momento (la aleatoriedad), es más probable que lo haga en ciertos momentos que en otros. Para cada instante en que el neutrón pueda desintegrarse, hay un universo donde ello ocurre justo entonces, o del “multiverso” de la mecánica cuántica.”<sup>122</sup> Como lo estamos viendo existen también copias del observador en cada universo.

Esta interpretación es aun objeto de debate entre los físicos.

¿Cómo interpreta estas paradojas la mecánica cuántica a la luz de los universos paralelos?

La paradoja del abuelo no se da. Si el espacio-tiempo tiene CTC, los universos paralelos se entrelazarán de forma que en vez de tener muchos universos paralelos, cada uno con

<sup>122</sup> Deutsch, David y Lockwood, Michael. *Física cuántica de los viajes a través del tiempo*. Mayo 1994. Oxford University.

sus CTC, tendremos un único e intrincado espacio-tiempo hecho por muchos universos conectados.

“El entrelazamiento lleva a Sonia a viajar a un universo que es idéntico, hasta el instante de su llegada, al que deja; pero, partir de ese momento, difiere del abandonado por la escueta razón de ella esté allí.

¿Impide Sonia su propio nacimiento o no? Depende a qué universo nos refiramos. En el universo que abandona, el universo donde nació, su abuelo se casa con su abuela, pues en ese universo no visitó a su abuelo. En el otro universo, a cuyo pasado viaja, su abuelo no se casa con esa mujer en particular, y Sonia no nace.”.

Según la mecánica cuántica, los viajes en el tiempo no constriñen los actos de Sonia. Y dice que aun en presencia de CTC, respeta el principio de autonomía.

Sonia puede tener los planes más insólitos que desee, y la mecánica cuántica dice que los universo se encadenarán de manera de que actúe sin caer en contradicción. Supongamos –dicen los autores-, que Sonia intenta producir una paradoja viajando alrededor de la misma conexión dos veces, queriendo reaparece en el universo de donde partió y reunirse con su yo anterior para cenar fideos en vez de la ensalada que recuerda haber cenado. Puede hacer lo que quiera, y en particular, comer lo que desee en compañía de sí misma más joven; sin embargo el Multiverso, articulado de una manera diferente de cómo lo estaba en la anterior paradoja, le impide hacerlo en su universo original. Sonia sólo logrará comer fideos consigo misma en otro universo; en su universo original, seguirá sola cenando ensalada.

“Todas las afirmaciones enunciadas sobre el viaje a través del tiempo se siguen del uso de la mecánica cuántica para calcular el comportamiento de circuitos lógicos idénticos a los que se emplean en los ordenadores, porque en ellos la información puede circular hacia el pasado por CTC (curva de tiempo cerrada). En estos modelos computacionales, los viajeros del tiempo son paquetes de información. Se han obtenido resultados similares por medio de otros modelos.”<sup>123</sup>

Esta idea de resolver los viajes en el tiempo a través de universos paralelos ya se encontraron en la literatura y el cine de ciencia ficción. Algunos filósofos han reflexionado sobre el tema. Busquemos un ejemplo en la literatura.

---

<sup>123</sup> Deutsch, David y Lockwood, Michael. *Física cuántica de los viajes a través del tiempo*. Mayo 1994. Oxford University.

Un ejemplo de ello lo encontramos en la novela "Uno" de Richard Bach.

**UNO.** Capítulo 4.

"De inmediato mi mano se preparó para impulsar hacia delante la palanca de mandos, a fin de inmovilizar a la intrusa contra la parte alta de la cabina.

-¡No os asustéis! –dijo ella-. ¡Soy amiga! –Y se echó a reír. –De mí es de quien menos debéis temer.

Mi mano se aflojó un poquitito. Leslie la miró con fijeza, diciendo:

-¿Quién...?

Nuestra pasajera vestía blue jeans y una blusa a cuadros; su piel era oscura y tersa; los ojos, negros como la medianoche; el pelo, moreno con tintes azulados, le llegaba a los hombros.

-Me llamo Pye –dijo-. Soy a vosotros lo que vosotros sois a aquellos que dejasteis en Camel.

-Se encogió de hombros, corrigiéndose-. Por varios miles.

Volví a poner el motor a velocidad de crucero y el ruido se perdió.

¿Cómo hiciste...? –pregunté-. ¿Qué haces aquí?

-Se me ocurrió que podíais estar preocupados –dijo-. He venido a ayudar.

-¿Por qué dijiste "por varios miles"? –Inquirió Leslie-. ¿Eres yo venida del futuro?

Ella asintió, inclinándose hacia delante al hablar.

-Soy vosotros dos al mismo tiempo. Pero no del futuro, sino de... -Entonó una curiosa nota doble. -...un ahora alternativo.

Me moría por saber cómo era posible que ella fuera nosotros dos al mismo tiempo y qué era un ahora alternativo, pero por sobre todo quería saber qué estaba pasando.

-¿Dónde estamos? –le pregunté-. ¿Sabes que nos mató?

Ella sonrió, sacudiéndose la cabeza.

-¿Qué los mató? ¿Y por qué pensáis que habéis muerto?

-No se –reconoció-. Estábamos descendiendo hacia Los Ángeles; de pronto se oyó un fuerte zumbido y la ciudad desapareció. Eso es todo. Lo que era civilización se evapora en medio segundo y nos encontramos solos, por sobre algún océano que no existe en el planeta Tierra. Y cuando aterrizamos somos fantasmas frente a nuestro propio pasado, frente a los que éramos cuando nos conocimos, y nadie puede vernos, aparte de ellos; la gente pasa a través de nosotros con carritos de ropa sucia y nuestros brazos atraviesan las paredes.

-Me encogí de hombros, desolado. –Descontando eso, no se me ocurre por qué pensamos que hemos muerto.

Ella se echó a reír.

-Bueno, pues no habéis muerto.

Mi esposa y yo cambiamos una mirada; sentíamos una oleada de alivio.

-en ese caso ¿dónde estamos? –Preguntó Leslie-. ¿Qué nos pasó?

-Esto no es tanto un lugar como un punto de perspectiva –dijo Pye-. Probablemente, lo ocurrido se relaciona con la electrónica. –Miró nuestro tablero de instrumentos con el ceño fruncido. –Allí hay transmisores de muy alta frecuencia. Receptor loránico, transponedor, pulsos de radar... Pudo haber sido una interacción. Rayos cósmicos... -Estudió los instrumentos e hizo una pausa. -¿Hubo un gran destello dorado?

-¡Sí!

-Interesante –dijo ella, con un sonrisita-. Las posibilidades de que ocurra algo sí son de una en trillones. –Se mostraba totalmente familiar, cálida y simpática. –No contéis con hacer este viaje con mucha frecuencia.

-Y volver ¿también se da una vez en trillones? –pregunté-. Mañana tenemos un Congreso en Los Ángeles. ¿Llegaremos a tiempo?

-¿A tiempo? –Se volvió hacia Leslie-. ¿Tienes hambre?

-No.

Hacia mí:

-¿Sed?

-No.

-¿Y por qué suponéis que no hay hambre ni sed?

-Por la excitación –dijo Leslie-.

-¿Tenéis miedo? –Preguntó Pye-.

Leslie lo pensó por un momento y le sonrió.

-Ya no.

Yo no podía decir lo mismo. El cambio no es mi deporte favorito. Pye se volvió hacia mí.

-¿Cuánto combustible estáis usando? El indicador aún seguía petrificado.

-¡Nada! –exclamé, comprendiendo súbitamente-. Gruñón no está consumiendo combustible. No consumimos combustible porque el combustible, el hambre y la sed se relacionan con el tiempo y aquí no hay tiempo.

Pye asintió.

-La velocidad también está relacionada con el tiempo –señaló Leslie-; sin embargo, nos movemos.

-¿Os movéis? –Pye arqueó las cejas oscuras en una interrogación dirigida hacia mí.

-A mí no me mires –pedí-. ¿Nos movemos sólo en convicción? ¿Nos movemos sólo en...?

Pye me hizo un gesto de aliento que decía “tibio, tibio”, como si estuviéramos jugando a las adivinanzas.

-¿...Conciencia?

Se tocó la punta de la nariz, encendiendo una sonrisa brillante.

-¡Exacto! Tiempo es el nombre que se da al movimiento de la conciencia. Cada acontecimiento que pueda suceder en el espacio y en el tiempo sucede *ahora*, al unísono, simultáneamente. No hay pasado, no hay futuro: sólo el *ahora*, aunque tengamos que usar un lenguaje basado en el tiempo para poder entendernos. Es como... -Buscó una comparación en la parte alta de la cabina. –Es como la aritmética. En cuanto uno aprende el sistema, sabe que todos los problemas con números ya están resueltos. El principio de la aritmética ya sabe la raíz cúbica de seis, pero a uno puede llevarle lo que llamamos tiempo, algunos segundos descubrir cuál ha sido siempre la solución.

(...)

-¿Todos los acontecimientos? –Preguntó Leslie-. ¿Todo lo que puede ocurrir *ya ha ocurrido*? ¿No hay futuro?

-Ni pasado –dijo Pye-, ni tiempo.

Leslie, siempre práctica, estaba exasperada.

-En ese caso, ¿por qué pasamos por todas estas experiencias en este...este tiempo de mentirillas, si ya todo está hecho? ¿A qué molestarse?

-Lo importante no es que todo esté hecho, sino que tenemos infinitas posibilidades de elección –dijo Pye-. Nuestras elecciones nos llevan a experiencias; con la experiencia comprendemos que no somos las pequeñas criaturas que parecemos ser. Somos expresiones interdimensionales de la vida, espejos del espíritu.

-¿Dónde ocurre todo esto? –pregunté-. ¿Hay en el cielo algún gran depósito, con estantes para todos esos posibles acontecimientos entre los que se puede elegir?

-Un depósito no. No es un lugar, aunque podía parecerlo tal –dijo ella-. ¿Dónde pensáis que podía estar?

Meneé la cabeza y me volví hacia Leslie. Ella también hizo un gesto negativo.

Pye preguntó otra vez, con dramatismo:

-¿Dónde?

Mientras nos miraba a los ojos, levantó la mano y señaló hacia abajo.

Bajamos la mirada. Debajo de nosotros, bajo el agua, giraban aquellos infinitos senderos en el fondo del océano.

-¿Los diseños? –dijo Leslie-. ¿Bajo el agua? ¡Oh! ¡Nuestras elecciones! El diseño representa los senderos que tomamos, los giros que escogimos. Y todos los giros que pudimos haber escogido, los que *hemos escogido* en...

-¿...vidas paralelas? –pregunté-, mientras las piezas caían en su sitio-. ¡Vidas alternativas!

El diseño se desparramaba majestuosamente debajo de nosotros. Lo devoramos con los ojos, maravillados.

-Si volamos alto –dije, estremecido por la captación-, tenemos perspectiva. Vemos todas las alternativas, las bifurcaciones, los cruces de rutas. Pero cuanto más volamos, más perspectiva perdemos. Y cuando aterrizamos, nuestras perspectivas de todas las alternativas desaparecen. Nos concentramos en el detalle: el detalle diario horario di-minuto, olvidadas las vidas alternativas.

-¡Qué bella metáfora habéis elaborados para explorar el quiénes sois! –Comentó Pye-. Un esquema bajo el agua infinita. Aunque os sea preciso pilotear vuestro hidroavión hacia un lado u otro para visitar a vuestros yoos alternativos, es una herramienta creativa y funciona.

-Este mar que tenemos por debajo, entonces –dije-, no es un mar, ¿verdad? En realidad, el diseño no está allí.

-Nada en el espacio-tiempo está realmente allí –dijo ella-. El diseño es una ayuda visual que habéis elaborado; es vuestro modo de comprender las vidas simultáneas. Es una metáfora del vuelo, porque os encanta volar. Cuando aterrizáis, vuestro avión flota por sobre el diseño y vosotros sois observadores, fantasmas en mundos alternativos. Podéis aprender de vuestros otros aspectos sin tomar como real el ambiente que los rodea. Cuando habéis descubierto lo que necesitabais descubrir, os acordáis de vuestro avión y, con sólo impulsar el regulador hacia adelante, ascendéis en el aire para volver a vuestra perspectiva grandiosa.



¿Nosotros mismos diseñamos este...esquema? –preguntó Leslie-.

-Las metáforas para expresar las vidas del espacio-tiempo son tantas como las disciplinas que os fascinen –dijo Pye-. Si os encantara la fotografía, vuestra metáfora podía haberse basado en niveles de enfoque. El enfoque hace que un punto sea nítido y todo lo demás, borroso. Enfocamos una vida y pensamos que no hay otra. Pero los otros aspectos, los borrosos, los que tomamos por sueños, deseos y pudo-haber-sidos, son tan reales como cualquiera. Nosotros elegimos el enfoque.

-¿Es por eso que nos fascina la física –pregunté-, la mecánica cuántica, la atemporalidad? ¿Nada de eso es posible, pero todo eso es verdad? ¿No hay vidas pasadas ni futuras, pero descendes a un punto, crees que se mueve y has inventado el tiempo? ¿Nos dejamos involucrar y creemos que ésa es la única vida existente? ¿Es así Pye?

-Bastante aproximado –dijo ella.

-Entonces podemos seguir volando –dijo Leslie-, más allá del sitio donde dejamos a Richard y a Leslie jóvenes, en Camel, y aterrizar más adelante, para averiguar si siguieron juntos o no. ¡Podemos ver si aprovecharon esos años que nosotros perdimos!

-Ya lo sabéis –dijo nuestra guía del altermundo.

-¡No! –protesté-. Se nos arrancó...

Pye sonreía.

-Ellos también tienen alternativas. Un aspecto de ellos está asustado y huye de un futuro demasiado pleno de compromisos. Otro llega a la condición de amigos, pero no de amantes; otro llega a la condición de amantes, pero no de amigos; otros se casa y se divorcia; otro decide que cada uno vea en el otro a su alma gemela, se casa y ama por siempre jamás.

-¡En ese caso somos aquí como turistas! –dije-. No construimos el paisaje; sólo elegimos qué parte deseamos ver.

-Es una bonita manera de expresarlo –dijo Pye.

-Bueno –continué-, supongo que uno vuela a una tajada del diseño, aterriza e impide que su madre conozca a su padre. Si no se conocen, ¿cómo pudo uno haber nacido?

-No Richie –intervino Leslie-; eso no nos impediría nacer. Nacimos en la parte del diseño donde ellos sí se conocieron, y nada puede alterar esa circunstancia.

-¿No hay nada predeterminado?

(...) <sup>124</sup>

OTRO MATERIAL POSIBLE DE TRABAJAR COMO EJEMPLO PARA TEMATIZAR EL ESPACIO-TIEMPO:

El tema del tiempo vinculado a la mente –no como psicológico meramente, sino también desde el punto de vista físico- se presenta en un capítulo de la serie televisiva de ciencia ficción *Star Trek. La nueva generación*. Una serie muy interesante también desde el punto de vista ético, la acción personal siempre implica a los otros.

STAR TREK – The New Generation. Temp. 1 – Cap. 5 “Donde nadie ha podido llegar.” <sup>125</sup>

Se da la aparición inesperada del *Viajero*, con características cognitivas y de acción diferentes a las humanas, de modo que el espacio, el tiempo y la mente tienen una estrecha relación. Los sucesos físicos provocados por la mente cuando se ha generado una alteración del espacio-tiempo hacen que lo interior y exterior se confundan. Los sucesos que acaecen en la nave deben ser comprendidos para ser controlados.

- “Lo que pensamos se convierte en realidad. Tenemos que empezar a controlar nuestros pensamientos.” Comunica el Capitán Jean-Luc Picard a su tripulación.

- “La mente es la causa de todo lo que ocurre. Todos debemos colaborar”.

<sup>124</sup> Bach, Richard. Uno. 1988. Argentina. Vergara Editor.

<sup>125</sup> Star Trek: The Next Generation. Productor: Paramount. Directores: Gene Roddenberry, Rick Berman, Michael Piller y Jeri Taylor. 1987. *Donde nadie ha podido llegar*. EE.UU.

## FUENTES.

Bach, Richard. 1988. Uno. Argentina. Vergara Editor.

Brun Compte, Liberto.

<http://www.daviddarling.info/encyclopedia/W/wormhole.html>

Deutsch, David y Lockwood, Michael. *Física cuántica de los viajes a través del tiempo*. Investigación y Ciencia. Mayo de 1994. Oxford University.

Einstein, Albert. 1993. Teoría de la relatividad. Barcelona. Altaza.

Hawking, Stephen. 2002. Historia del Tiempo: Del Big Bang a los Agujeros Negros. Barcelona. Crítica S.L.

Infeld, Leopold. 1973. Einstein. Su obra y su influencia en nuestro mundo. Bs. As. La Playade.

Landau – Rumer. 1968. ¿Qué es la teoría de la relatividad? Bs. As. EUDEBA.

Prigogine, Illya. 1988. Tan solo una ilusión. Una exploración del caos al orden. Barcelona. Libergraf editores.

Prigogine, Illya. 1990. El tiempo y el devenir. Barcelona. Gedisa.

Sagan, Carl. 1987. Cosmos. Madrid. Editorial Planeta.

Sagan, Carl. 1981. El cerebro de broca. Barcelona. Ediciones Grijalbo S.A.

Schwartzmann, Félix. 1994. El discurso del método de Einstein. Chile. Editorial Universitaria.

Star Trek: The Next Generation. Productor: Paramount. Directores: Gene Roddenberry, Rick Berman, Michael Piller y Jeri Taylor. 1987. *Donde nadie ha podido llegar*. EE.UU.

[INICIO](#) 

## Capítulo VI.

### LA FUNCIÓN DEL LENGUAJE EN LOS NUEVOS ÓRDENES DE LAS CIENCIAS.

“El tiempo que perdiste por tu rosa  
Hace que tu rosa sea tan importante.”  
*Antoine de Saint-Exupéry.*

El lenguaje en la ciencia ha evolucionado desde lo cualitativo a lo cuantitativo. Y con los antiguos griegos aparece la matemática a determinar desde la geometría la realidad. Definir cuerpos, formas y órbitas, de forma de explicar el movimiento planetario, lunar, solar y de las estrellas que llamaban fijas, tan necesario para resolver la vida. Esta forma de sistematización del lenguaje matemático como “ratio” del ser vinculaba a una concepción de “razón universal”. La investigación científica autónoma, con la exigencia racional trasciende a la mera colección de datos de la vida cotidiana. Pitágoras, Euclides, Zenón. También como el análisis del lenguaje en el discurso, descomponiendo y recomponiendo las argumentaciones, buscando la ratio como los sofistas no universal del idioma. El uso de la dialéctica del pensamiento, el lenguaje y la lógica afirman la jerarquía del saber humano.

El estudio de la “proporción áurea” y el número de oro de Pitágoras -o pitagóricos- dieron la *razón* de la belleza para la construcción arquitectónica y del arte en general como para buscarla en la naturaleza puesto que el orden y la armonía del Cosmos es matemática y musical. El hombre es microcosmos, por eso puede conocerla y crearla. Fue fundamental para Leonardo Da Vinci. Sigue siendo utilizado hoy día.

En el Renacimiento geometría y aritmética constituyen los instrumentos del orden nuevo de la realidad con Copérnico, Galileo y Kepler quienes cambian el orden que desde los griegos sostuvieron a la Tierra en el centro. Esta nueva concepción es de todos modos más teórica que experimental. Se requiere instrumentos para una mayor precisión, que unen el cálculo del momento con el “arte medieval”. Galileo mismo construyó muchos instrumentos además del telescopio, puentes, excavación de puertos, construcción de fortalezas, tiro de artillería que requieren en planteo teórico además del empírico.

Pero para dar *la ratio* de ese orden, tenía que cuantificar el tiempo, en el plano inclinado, por ejemplo, contaba gotas de agua de una lata agujereada especialmente, el pulso, etc. Lo que ha llevado a algunos a pensar que el padre de la física experimental antes que eso era un teórico, incluso de la experimentación. Para él la matemática era el lenguaje con que Dios creó el universo, pero había que comprobarlo. Para dar razón de ese orden llevó la física terrestre a la celeste.

Su gran revolución con los lentes usados para el telescopio tuvo que vencer muchos prejuicios, pues consideraban que deformaba la realidad.

“Las personas mayores aman las cifras.  
 Cuando les habláis de un nuevo amigo,  
 no os interrogan jamás sobre lo esencial.  
 Jamás os dicen: ¿Cómo es el timbre de su voz?  
 ¿Cuáles son los juegos que prefiere?  
 En cambio os pregunta: ¿Qué edad tiene?  
 ¿Cuántos hermanos tiene? ¿Cuánto pesa?  
 ¿Cuánto gana su padre? Entonces, creen conocerlo.”  
*El principito.*

“El ideal de Galileo, Descartes y otros será -afirma Geymonat-: “unir íntima y definitivamente la concepción de la ciencia de la antigüedad con el arte de la Edad Media, construir un saber fundado sobre nuevas técnicas, racionales, válidas ya no sólo en el campo de las ideas abstractas, sino en el campo mucho más rico de las experiencias concretas.”<sup>126</sup>

Estos cambios recorren también la concepción de la sociedad y del hombre. Kuhn toma a todos estos cambios como una *revolución científica*, un cambio de paradigma. Comienza a desarrollarse paulatinamente un nuevo paradigma y una ciencia normal.

Mientras que Bohm lo considera una función de *ordenamiento y adaptación*. Así el uso de las coordenadas por Descartes supone un soporte importantísimo para la descripción mecánica del mundo, de la realidad. La ciencia se propone descubrir la *ratio*, la razón universal que incluya la razón numérica y su similaridad con lo cualitativo que forma parte de lo real.

## ¿QUÉ ES EL ORDEN?

Orden se utiliza en muchos contextos, y hay órdenes mucho más generales, como el orden de crecimiento de un ser vivo, el orden de la evolución de una especie viviente, el orden de la sociedad, el orden de composición musical, de la pintura, de la política, etc. Pero los conceptos de orden que hemos manejado no podrían aplicarse a estos contextos tan amplios.

“En efecto, en el planeta del principito,  
 Como en todos los planetas,  
 Había hierbas buenas y hierbas malas.”

Una manera muy general de percibir el orden: *es prestar atención a las diferencias similares a las similaridades diferentes*.

Un ejemplo de línea: la diferencia entre fragmentos de líneas, tiene una “razón”; también lo tiene una curva, etcétera. (Bohm, 1987)

<sup>126</sup> Geymonat, Ludovico. 1972. Introducción al pensamiento científico. Bs. As. EUDEBA.

## MEDIDA.

La noción de orden jerárquico incluye también la noción de *límite*.

En los tiempos antiguos, el significado de “medida” era de “límite” o “lindero”. Si el comportamiento humano excedía ciertos límites podía terminar en tragedia. La medida era esencial para la comprensión del bien.

“Así, la palabra “*Medicina*” proviene del latín *mederi*, que significa “*curar*”, que deriva de una raíz que significa *medida*. Esto implicaba que estar sano era tenerlo todo en su correcta medida, tanto en el cuerpo como en la mente. De un modo parecido, la *sabiduría* se identificaba con la *moderación* y la *modestia* (del latín: medida), sugiriendo así que el hombre sabio es el que cumple todo en su correcta medida.”<sup>127</sup> (Bohn, 1987).

Un ejemplo en la física: la “medida de agua” está entre los grados 0 y los 100 grados centígrados. La medida nos da los límites de las cualidades o de los órdenes de movimiento o comportamiento. La medida debe ser *especificada* mediante una proporción o “*ratio*”.

## LA ESTRUCTURA

Si consideramos la *medida* en el sentido más amplio, esta noción funciona junto con la de *orden*. Ej. En un triángulo, todo orden lineal está limitado, es decir medido por las líneas AB, BC, CA. La forma del triángulo se describe según ciertas proporciones entre los lados.

“La consideración del trabajo conjunto del orden y de la medida en contextos cada vez más amplios y más complejos, nos lleva a la noción de *estructura*”. (Bohm, 1973) Su raíz latina *struere*, construir, crecer, evolucionar. Es un nombre, pero el sufijo latino “*ura*” significa “*la acción de hacer algo*”, *no un producto terminado*. Como verbo *estructurar*, significa “*crear y disolver lo que llamamos estructuras*”.

La *estructuración* debe ser descrita mediante el *orden* y la *medida*. Ejemplo: *estructuración*, construcción de una casa.

“la estructuración implica, pues, una totalidad de orden y medidas *organizada armoniosamente*, que es al mismo tiempo *jerárquica* (es decir, construida en varios niveles) y *extensiva* (es decir, se “desparrama” por cada nivel). La raíz griega de la palabra “organizar” es *ergon*”, que deriva de un verbo que significa “trabajar”. Así podemos pensar en todos los aspectos de una estructura como que están “trabajando juntos” de un modo coherente.” Bohm, 1987).

---

<sup>127</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Editorial Kairós.

## EL ORDEN, LA MEDIDA Y LA ESTRUCTURA:

“Y el geógrafo, habiendo abierto su registro, finó la punta del lápiz.  
Los relatos de los exploradores se anotan con lápiz al principio.  
Para anotarlos con tinta se espera a que el explorador  
haya suministrado pruebas.”

### 1. EN LA FÍSICA CLÁSICA.

La física clásica tiene cierto orden y medida básicamente descriptivos, caracterizado por el uso de ciertas coordenadas cartesianas y por la noción del orden absoluto y universal del tiempo, independiente del orden del espacio, de carácter *euclidiano*.

La estructura clásica permite analizarlo todo en partes separadas que son, “o bien cuerpos pequeños casi rígidos, o bien su máxima idealización: como partículas sin extensión”. (Bohm, 1987).

Las leyes de la física expresan, la razón o proporción entre los movimientos de todas sus partes, puesto que cada parte relaciona con la configuración de todas las demás. *La ley es determinista*, los únicos datos contingentes son las posiciones y velocidades iniciales de todas sus partes. También es *causal*, cualquier perturbación exterior puede ser tratada como una *causa* que produce un *efecto*, que en principio puede propagarse a cualquier parte del sistema.

Aun cuando ante el descubrimiento del movimiento browniano presentara fenómenos que *a primera vista* parecía poner en cuestión la totalidad del esquema clásico de orden y medida porque tiene movimientos que se llamaron “orden de un grado ilimitado”, se pensó que podían *adaptarse y acomodarse* al esquema anterior. La posibilidad de tal adaptación depende, claro está, de una suposición.

Esta visión implica la conmensurabilidad y el progreso en la visión de la ciencia. Hay matemáticos como Wiener que han trabajado considerando al movimiento browniano como una descripción básica, lo que implicaría un cambio de paradigma.

Bohm considera que esta línea no está siguiéndose con seriedad si se atiende a “una nueva visión de los posibles límites de relevancia de la teoría de la relatividad, tanto como la de la relación entre la teoría de la relatividad y la teoría cuántica. (Bohm, 1987).

“Yo, se dijo el principito, si tuviera  
cincuenta y tres minutos para gastar,  
caminaría muy suavemente hacia una fuente...”  
*Antoine de Saint-Exupéry.*

### 2. EN LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD.

Es una de las primeras rupturas reales con las ideas clásicas de orden y de medida. Esto parte de una pregunta que Einstein se hizo a los 15 años: -¿Qué pasaría si uno se moviera a la velocidad de la luz y se mirara en un espejo? No podría ver nada pues la luz procedente de su cara no llegaría nunca al espejo. Nada viaja a mayor velocidad que

la luz ( $c=300.000$  km/s). Einstein intuye que la luz era algo básicamente diferente que las demás formas de movimiento.

Desde el punto de vista de la física moderna diríamos: “si fuéramos más de prisa que la luz, entonces, (...) dejaríamos atrás los campos electromagnéticos que mantienen unidos nuestros átomos (del mismo modos que las ondas sonoras producidas por un avión quedan atrás de él cuando se ha sobrepasado la velocidad del sonido). De ello resultaría que nuestros átomos se dispersarían, y pereceríamos. Así que no tendría sentido el suponer que pudiéramos viajar a mayor velocidad que la luz”.<sup>128</sup>

La relatividad introduce nuevas nociones referentes al orden y a la medida. Éstos ya no son *absolutos*, como en la teoría newtoniana. Son *relativos* respecto a la velocidad de un sistema de coordenadas. La velocidad de la luz no es posible para un *objeto*, sino velocidad máxima de una *señal*. La noción de *señal* comienza a jugar un papel decisivo en este contexto.

Una señal es una especie de comunicación. “Señal” es un “signo”, “indica algo”, “tiene el significado de”. Así, la señalización, el significado y la comunicación, se hacen relevantes en el orden general descriptivo de la física, y no es más que una parte de lo que contiene el significado de una comunicación.

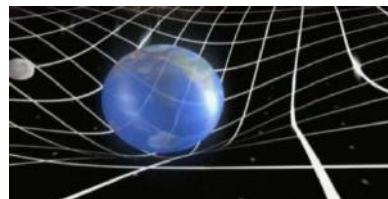
“Si alguien ama a una flor de la que no existe más que un ejemplar entre los millones y millones de estrellas, es bastante para que sea feliz cuando mira las estrellas. Se dice:  
“Mi flor está allí, en alguna parte” *A. de Saint-Exupery.*

Estos nuevos orden y medida introducidos por la teoría de la relatividad, presuponen nociones nuevas de la estructura, en la que la idea de un cuerpo rígido ya no puede tener un papel clave.

La relatividad implica que ni las partículas puntuales, ni el cuerpo casi rígido pueden ser considerados como conceptos primarios. Antes bien, deben ser considerados como *sucesos y procesos*.

“Las partículas deben ser consideradas como cierta clase de abstracciones del campo total, que corresponden a regiones del campo muy intensas llamadas “singularidades”. Según va creciendo la distancia desde las singularidades, los campos se van haciendo más débiles, hasta que se mezclan imperceptiblemente con los campos de otras singularidades. Pero no hay en parte alguna una ruptura ni una división. Así, la idea clásica de la separabilidad del mundo en partes diferentes pero interactuantes ya no es válida o relevante. Antes bien, debemos considerar el universo como *una totalidad ni dividida ni fragmentada.*”

(...) “Con la descripción del campo unificado Einstein formuló la *teoría general de la relatividad*. Ésta presupone cantidad de nociones nuevas de *orden*. Consideró conjuntos arbitrarios de *curvas continuas*



<sup>128</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Editorial Kairós.

como coordenadas admisibles, para que funcionaran dentro de un *orden y medidas curvilíneas*. Mediante los principios de la equivalencia de la gravedad y la aceleración, y el empleo del símbolo de Cristoffel que describe matemáticamente la cantidad local de “giro” de las coordenadas curvilíneas, Einstein fue capaz de relacionar este orden curvilíneo y de medirlo con el *campo gravitacional*, con ecuaciones no lineales.”<sup>129</sup>

Estas ecuaciones no lineales tenían implicaciones muy importantes en la cuestión del *análisis* del mundo según componentes distintos pero interactuantes.

La palabra “análisis” de raíz griega *lysis*, que los médicos usan para “descomponer” o “disolver”. Así un químico puede disolver un compuesto en sus elementos más simples, y después volver a reunirlos otra vez,  *sintetizar* el compuesto. No sólo con  *cosas* sino también operaciones del pensamiento. La física clásica se expresa con términos de un  *análisis conceptual* del mundo en sus partes constituyentes que después son reunidas para “sintetizar” un sistema total.

Diferencias análisis y  *descripción*. La palabra “de-scribir” significa poner por escrito. Pero cuando describimos, estos términos como abstracciones tienen poco o ningún significado cuando las consideramos como autónomas y separadas unas de otras. Lo más relevante en una  *descripción* es como están  *relacionados* sus términos por una “ratio” o razón. Esta razón la que llama la atención sobre el conjunto, lo que  *significa* la descripción. Incluso conceptualmente, una descripción no es un análisis. Más bien, es un análisis conceptual el que nos proporciona una  *clase especial* de descripción en la que podemos pensar en algo como si estuviera fragmentado.

“Estas formas analíticas de descripción fueron generalmente adecuadas para las físicas de Galileo y Newton, pero esto ha dejado de ser así en la física de Einstein.”<sup>130</sup>

Einstein en 1905 escribió tres trabajos fundamentales: uno sobre la relatividad, otros sobre el cuanto de luz (efecto fotoeléctrico) y otro sobre movimiento browniano. Se observa que estaba tratando los tres temas como parte de una unidad mayor. No obstante, al desarrollar la relatividad general puso énfasis en la  *continuidad de los campos*. Los otros dos temas suponían una cierta discontinuidad y los dejó de lado dentro del concepto de relatividad general.

Einstein retomó la idea de Newton de que la luz era un chorro de corpúsculos y la combinó con la hipótesis de Planck de forma que propuso que no sólo los intercambios de energía entre radiación y materia estaban cuantizados<sup>131</sup>, sino que la propia radiación no era más que un conjunto de partículas. A éstas las denominó fotones. Los fotones portaban una energía igual a la constante de Planck por la frecuencia de la radiación. En este esquema, un aumento de intensidad de la luz significa un aumento en el número de fotones, pero todos ellos de la misma energía. En consecuencia, si se acepta que en el efecto fotoeléctrico un fotón es absorbido completamente por el metal y toda su energía se transfiere a un electrón se pueden explicar de un modo sencillo todas las observaciones sobre el efecto fotoeléctrico. Este trabajo de Einstein (1905) fue un espaldarazo importante a la teoría cuántica.

<sup>129</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Editorial Kairós.

<sup>130</sup> Ibid. Obra citada.

<sup>131</sup> Cuantizado. Tiene la característica de los cuantos, paquetes de energía que son indivisibles. No continuos.



“Me pregunto –dijo- si las estrellas están encendidas  
 A fin de que cada uno pueda encontrar la suya algún día.  
 Mira mi planeta. Está justo sobre nosotros...  
 Pero... ¡qué lejos está!”  
*Antoine de Saint-Exupéry*

### 3. EN LA TEORÍA CUÁNTICA.

Éste presupone un cambio mucho más radical en las nociones de *orden y medida* que lo que supuso la relatividad. Este cambio está dado por cuatro características primordiales introducidas por la teoría:

1. *Indivisibilidad del cuanto de acción.* Esto es que las transiciones entre los estados estacionarios son discretas. No se puede decir que un sistema pasa por una serie continua de estados intermedios, similares al inicial y final. El cuanto es un paquete de energía indivisible.

2. *Dualidad onda – partícula de las propiedades de la materia.* Bajo condiciones experimentales diferentes, la materia se comporta unas veces como onda, otras como partícula, pero siempre como ambas cosas a la vez.

3. *Propiedades de la materia como potencialidades reveladas estadísticamente.* La función de onda no está relacionada directamente con las propiedades *reales* de un objeto, sino más bien, como la descripción de las *potencialidades* que contiene la situación física. Esta noción de *determinación estadística de potencialidades* mutuamente incompatibles es muy diferente de que se hace en la física clásica. “En la teoría cuántica no tiene sentido discutir el estado real de un sistema, independientemente de todo el conjunto de condiciones experimentales que son esenciales para *hacer real* este estado.”<sup>132</sup>

4. *Correlaciones no causales.* En la física clásica lo coherente es que el objeto observado pueda existir separada e independientemente del instrumento de observación, y como “poseedor” de ciertas propiedades, tanto si interactúa con un instrumento de observación como si no. Pero en el contexto del cuanto la situación es muy diferente. “(...) se puede considerar los términos “objeto observado”, “instrumento de observación”, “electrón de enlace”, “resultados experimentales”, etcétera, como aspectos de una sola “muestra” global, que, en realidad, hemos abstraído o “apuntado” con nuestro método de descripción. Así, hablar de la interacción del “instrumento de observación” y del “objeto observado” no tiene sentido.” (Bohm, 1987). Aquí se le está dando la máxima importancia a la *totalidad no dividida*, en la cual el instrumento de observación no puede separarse de aquello que es observado.

“Desde una montaña alta como ésta, se dijo,  
 veré de un golpe todo el planeta y a todos los hombres.  
 Pero sólo vio rocas de agujas bien afiladas.”  
*Antoine de Saint-Exupéry*

<sup>132</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Editorial Kairós.

“Sin embargo, a pesar de su profundo parecido, no se ha podido demostrar que sea posible unir la relatividad y la teoría cuántica de un modo coherente.”<sup>133</sup>

Especialmente porque no se ha podido introducir en la relatividad, una estructura extensa en que las partículas puedan ser tratadas como puntos sin extensión.

“Desde luego, la limitación de la velocidad de la luz se mantendrá en promedio y a la larga. Así, las nociones relativistas serán relevantes en los casos límite adecuados. Pero no hay ninguna necesidad de imponer la teoría de la relatividad a la teoría cuántica. Es el *orden descriptivo* subyacente el que, al imponernos una teoría u otra, nos lleva a conclusiones arbitras y posibles contradicciones.” (Bohm, 193).

La teoría cuántica supone una totalidad no dividida que se contrapone con *cierta clase de análisis*. Lo que supone la posibilidad de abandonar la noción de *señal* como básica.

“La teoría cuántica contiene una adhesión implícita a cierta clase de análisis muy abstracto que no armoniza con la clase de totalidad indivisible que presupone la teoría de la relatividad”. (Bohm, 195). Las discusiones sobre el microscopio de Heisenberg ponen de manifiesto la indivisible totalidad que forman el instrumento de observación y el objeto observado, dentro del contexto de los resultados *reales* de un experimento.

El *objeto individual y real* de la física clásica es reemplazado por una especie más abstracta de *objeto potencial y estadístico*.

La coherencia de este modo de emplear el lenguaje depende de un supuesto matemático. El cálculo por un lado considera una ecuación de onda como lineal, mientras se supone que esta autonomía del “estado cuántico” de un sistema se mantiene solamente mientras no está siendo observado.

En lenguaje matemático se dice que “el paquete de ondas se reduce” o que “se opera una proyección. Esto es, se introducen características nuevas que permiten la existencia real de las potencialidades del sistema observado, a expensa de otras que no pueden hacerse reales al mismo tiempo.

No obstante, no linealidad y totalidad no dividida son comunes a la teoría de la relatividad y la cuántica.

Encontrar una teoría nueva que renuncie al papel básico de *señal* y del *estado cuántico* no será sencillo, requerirá nociones radicalmente nuevas de orden, de medida y de estructura.

“Lo que embellece el desierto –dijo el principito–  
es que esconde un pozo en cualquier parte...”  
*A. de Saint Saint-Exupery.*

“Aquí podríamos sugerir que estamos en una posición similar a la de Galileo cuando comenzó sus investigaciones. Se ha realizado una gran cantidad de trabajo que demuestra lo inadecuado de las ideas antiguas, que se limitan a permitir que un abanico de hechos nuevos se *ajusten matemáticamente* (lo cual se puede comparar a lo que hicieron Copérnico, Kepler y otros), pero todavía no nos hemos liberado nosotros

<sup>133</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Editorial Kairós.

mismos del antiguo orden en que el pensamiento, en el uso del lenguaje y en el modo de observar. Tenemos, pues, que percibir ya un *nuevo orden*. Al igual que con Galileo, esto debe suponer que podamos encontrar nuevas diferencias en las ideas antiguas para percibir que mucho de lo que se pensó que era básico pueda ser más o menos correcto, pero no es de relevancia primordial (como ocurrió, por ejemplo, con algunas de las ideas básicas de Aristóteles). Cuando nosotros veamos estas nuevas diferencias básicas, entonces seremos capaces (como ocurrió con Newton) de percibir una nueva proporción universal, o razón que relacione y unifique todas las diferencias. Esto, en definitiva, podrá llevarnos tan lejos de la teoría cuántica y de la relatividad, como las ideas de Newton fueron más allá de las de Copérnico”<sup>134</sup>

Así muestra este físico cuántico su preocupación por una teoría que unifique la comprensión científica de la realidad expresada bajo la coherencia de un lenguaje matemático. No acuerda con la postura kuhniana de aceptar que son meramente distintos paradigmas, modelos de describir e investigar la realidad, pues tampoco hubo una revolución científica que sustituyera uno al otro, se dan simultáneamente, pero al no tener un lenguaje común parece que estamos hablando de distintas realidades.

“En tu tierra –dijo el principito- los hombres cultivan cinco mil rosas en un mismo jardín...  
Y no encuentran lo que buscan...  
-No lo encuentran... –respondí.  
-Y sin embargo, lo que buscan podría encontrarse en una sola rosa o en un poco de agua...  
-Seguramente – respondí.  
Y el principito agregó: Pero los ojos están ciegos  
Es necesario buscar con el corazón”.

## ES UNA REALIDAD MULTIFACÉTICA, COMPLEJA Y A VECES EXTRAÑA.

Capra (1983) lo dibuja así: “El hecho de que todas las teorías y modelos científicos son aproximados y de que sus interpretaciones verbales son siempre inadecuadas debido a la inexactitud de nuestro lenguaje fue ya aceptado por los científicos a comienzos de este siglo, cuando tuvo lugar una nueva e inesperada evolución de la ciencia. El estudio del mundo atómico obligó a los físicos a admitir que nuestro lenguaje común no sólo es impreciso, sino totalmente inadecuado para describir las realidades atómica y subatómica. La teoría cuántica y la teoría de la relatividad, bases ambas de la física moderna, han puesto de manifiesto que esta realidad trasciende la lógica clásica y que no se puede hablar de ella en el idioma corriente.

“Por eso escribía Heisenberg:

*El problema más difícil... en relación con el uso del lenguaje surge en la teoría cuántica. En primer lugar nos encontramos con que no tenemos ni una sola guía que nos permita correlacionar los símbolos matemáticos con conceptos del lenguaje ordinario, y lo cínico, que lo saben desde un principio, es el hecho de que nuestros conceptos comunes no pueden aplicarse a la estructura de los átomos.* W. Heisenberg, *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, Londres, 1963).<sup>135</sup>

<sup>134</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Editorial Kairós.

<sup>135</sup> Capra, F. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.

“Había una vez un principito  
que habitaba un planeta  
apenas más grande que él  
Y que tenía necesidad de una amigo...”  
Para quienes comprenden la vida  
habría parecido mucho más cierto.

“El Principito”.<sup>136</sup>  
*Antoine de Saint-Exupéry.*

---

<sup>136</sup> De Saint-Exupery, Antoine. 1974. Bs. As. Emecé Editores.

### Stephen Hawking jugando al poker con Newton, Einstein y Data.<sup>137</sup>

Gondeberry reunió a estas tres grandes mentes científicas y jugó con su propio lenguaje.

Hawking: -Pero luego dije: "Según su alusión, el perihelio de Mercurio debió de comenzar en la dirección opuesta.

Einstein: -¡Qué historia más buena!

Data: -Muy divertida, Dr. Hawking.  
Sr. Newton, la gracia está en comprender la curvatura espacio-temporal.  
Si dos marcos de referencia sin inercia tienen...

Newton: -No me dé lecciones, señor. Yo inventé la física.  
El día que me cayó esa manzana fue el día más importante de la ciencia.

Hawking: -¡Otra vez la historia de la manzana!

Data: -Esa historia se considera apócrifa.

Newton: -¿Qué? ¡Cómo se atreve!

Einstein: -¿Por qué no volvemos al juego? ¿Por dónde íbamos? Sí, usted subió a cuatro la apuesta de Data. ¿Y eso significa que la apuesta es de siete para mí?

Newton: -¡La apuesta es de diez! ¿No sabe hacer una simple suma?  
Ni siquiera sé por qué estoy aquí. ¿Qué sentido tiene este ridículo juego?

Data: -Cuando juego al póquer, se crea un foro útil para explorar las distintas facetas humanas.  
Sentía curiosidad por ver cómo actuarían tres grandes genios de la historia.  
Hasta ahora, ha resultado ser muy revelador.

Einstein: -¡Y rentable! (Señalando las fichas ganadas).

Newton: -Acabemos con esto, por favor. Le toca a usted. (Refiere a Hawking)

Hawking: -Subo a 50,  
Newton: - ¡Maldita sea! Yo paso.

Data: -Yo también.

Einstein: -El principio de la duda no le ayudará, Stephen.  
Todas las fluctuaciones cuánticas del universo no cambiarán las cartas.  
Yo paso. Usted es un farolero y va a perder.

Hawking: -Ha vuelto a equivocarse, Albert. (Riendo muestra sus cartas ganadoras)  
Einstein: -Bueno...

<sup>137</sup> Star Trek: The Next Generation. Productor: Paramount. Directores: Gene Roddenberry, Rick Berman, Michael Piller y Jeri Taylor. 1993. Temporada 6, capítulo 26. EE.UU.

## FUENTES

Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.

Capra, Fritjof. 1992. El punto crucial. Bs. As. Ed. Trocal.

Capra, Fritjof. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.

Heisenberg, Werner. 1974. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.

De Saint-Exupéry, Antoine. 1974. El principito. Bs. As. Emecé Editores. S.A.

Geymonat, Ludovico. 1972. El pensamiento científico. Bs. As. EUDEBA.

González Urbaneja, Pedro Miguel. 2001. Pitágoras el filósofo del número. España. Nivola.

Star Trek: The Next Generation. Productor: Paramount. Directores: Gene Roddenberry, Rick Berman, Michael Piller y Jeri Taylor. 1993. Temporada 6, capítulo 26. EE.UU.

[INICIO](#) 

## EL DESARROLLO DE LOS ÓRDENES DE LA NATURALEZA DESDE LA HISTORIA DE LA CIENCIA Y LA FILOSOFÍA

*... Las cosas todas guardan entre sí un orden:  
Forma que, al universo, a Dios hace semejante.  
Dante Alighieri.<sup>138</sup>*

Las ciencias han pretendido progresar en la búsqueda de nuevas estructuras que ordenan la naturaleza pensado en la correspondencia entre el sujeto y el objeto. ¿Es realmente cierto que van ahondando en esta correspondencia o más bien van construyendo, estructurando nuevas formas sintácticas de comprensión?

“Los cambios revolucionarios en la física han supuesto siempre la percepción de un orden nuevo, y el desarrollo de nuevas formas de lenguaje apropiadas a la comunicación de este orden.”<sup>139</sup>

En tiempos antiguos sólo existía una noción cualitativa de orden en la naturaleza. Aparece con el desarrollo de las matemáticas –aritmética y geometría-, la posibilidad de definir formas y relaciones con más precisión, así se describieron las órbitas y movimientos de los planetas. De este modo los antiguos griegos pensaron ese orden con la Tierra en el centro y con esferas que la envolvían para orbitar los planetas, jerarquizando al movimiento circular -que perdurará hasta que Kepler formule sus leyes del movimiento de los planetas-, como perfecto. Se toma la concepción aristotélica de la división en mundo sublunar y supralunar, en el primero los movimientos son imperfectos, complicados, mientras en el supralunar tiene los movimientos perfectos. Aparecen ciertos grados de perfección.



Imagen<sup>140</sup>

Aristóteles ve la naturaleza como un organismo viviente. El hylozoísmo, considera que cada una de sus partes tenía su propio lugar único, teniendo una causa de movimiento, todo el movimiento estaba determinado por el orden de las causas, dependiendo del lugar y la función de cada una de las partes dentro del todo.

La psicología de Aristóteles vinculada a la metafísica, aborda decididamente el problema de la vida en general, sin ser, como lo son las modernas psicologías, un

<sup>138</sup> Alighieri, Dante. La divina Comedia. Canto primero del libro del paraíso.

<sup>139</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.

<sup>140</sup> El planeta azul Posted by VoF at Agosto 30th, 2006

estudio de los fenómenos de conciencia. Estudia la vida en sus fundamentos últimos, en sus últimas causas y principios y en sus propiedades esenciales. Desde la teoría hylemórfica, el alma será la forma del cuerpo, concepción que presupone en su fondo un dinamismo teleológico. El alma es lo que constituye y explica la vida, la vida es elementalmente automoción o automovimiento, por consiguiente el alma es automovimiento, pero éste no es absoluto sino que está condicionado por el ambiente y por la circunstancia. Todo este sistema móvil está controlado por otros movimientos superiores escalonados jerárquicamente hasta el Primer motor.

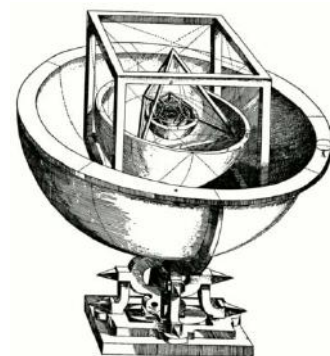
Los cambios no se dan sólo en las concepciones científicas, sino que éstas recorren las concepciones del hombre, la sociedad, la visión de lo trascendente, la jerarquía de los valores de cada época. Estas son las percepciones de la realidad.

Para hablar de la concepción de la realidad medieval Capra expresa: “Antes de 1500 la visión del mundo dominante en Europa, tanto como en la mayoría de las otras civilizaciones, era orgánica. La gente vivía en comunidades pequeñas unidas y experimentaban la naturaleza en términos de relaciones orgánicas, caracterizados por la interdependencia de fenómenos espirituales y materiales y la subordinación de las necesidades individuales a aquellas de la comunidad. El marco científico de esta visión orgánica del mundo se basaba en dos autoridades: Aristóteles y la Iglesia. En el siglo trece Tomás de Aquino combinó el completo sistema de Aristóteles de la naturaleza con la teología y ética Cristianas y, al hacerlo, estableció el marco conceptual que permaneció inmodificado a través de la Edad Media. La naturaleza de la ciencia medieval era muy diferente de la ciencia contemporánea. Se basaba tanto en la razón como en la fe y su objetivo principal era entender el significado y alcance de las cosas, más que su predicción y control. Los científicos medievales, buscando el propósito escondido en varios fenómenos naturales consideraron preguntas relacionadas a Dios, el alma humana y éticas como de la mayor importancia.”<sup>141</sup>

En la Edad Media como en la antigüedad, para seguir con el orden circular de las órbitas planetarias, se agregaron epiciclos que se adaptaban al sentido común. David Bohm sostiene que este es “un ejemplo de la capacidad de *adaptación* del hombre a una idea de orden dada, que le capacita para seguir percibiendo y hablando según unas nociones esenciales fijas”. Ni Copérnico eliminó los epiciclos.

Con Bacon se pasa de una visión orgánica a una mecanicista. La naturaleza como madre nutriente, dadora de vida, desaparece pasa a ser “torturada para mostrar sus secretos” al estilo de los juicios de brujas. La puesta en duda de la relevancia de ese orden aparece con un nuevo espíritu en la investigación científica con la obra de Copérnico, Galileo y Kepler. Se propone una física unificada que explicara tanto lo terrestre como lo celeste, superando la visión aristotélica. Y se veía a la materia moviéndose bajo la acción de una fuerza como decía Aristóteles, pero que éste se equivocaba cuando suponía que la experiencia común debía coincidir con las leyes de la física.

Imagen<sup>142</sup>



Kepler desde muy joven aceptó la teoría copernicana y estaba convencido de que Pitágoras tenía razón,

<sup>141</sup> Capra, Fritjof. 1992. El punto crucial. Bs. As. Ed. Trocal.

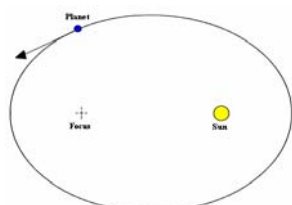
<sup>142</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Kepler2.gif>



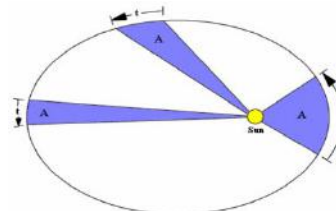
concibiendo que existan en el mundo relaciones matemáticas, que fuera necesario descubrir y de las que esperaba la explicación del sistema planetario. “El primer problema que era necesario resolver era el de esta “armonía matemática”: tal es el problema que sugería el título mismo de su primer libro, *Mysterium Comographicum*, que se publicó en 1596.”<sup>143</sup> Recurrió a la geometría de los sólidos imaginando de qué manera las proporciones de los cinco sólidos platónicos podían determinar la distancia entre los planetas. Pero cuando procedió a estudiar los registros de éstos, encontró que no coincidían con su armoniosa estructura. Los registros de Tycho Brahe del planeta Marte tenían una diferencia de  $\frac{1}{2}$  grado que Kepler no podía ignorar. No utilizó el recurso matemático de agregar al círculo epiciclos sino que “Kepler estaba decidido a hallar una solución más simple y demostrar que la órbita de Marte podía ser representada mediante una sola figura geométrica, que pudiera ser explicada por la acción de fuerzas físicas simples. La observación mostraba que el planeta cambiaba la velocidad en distintos puntos de su trayecto, disminuía a medida que aumentaba su distancia del Sol.”<sup>144</sup> Así es capaz de abandonar la belleza de su modelo geométrico para alejarse de Pitágoras y Platón creando las leyes 1ª. y 2ª.<sup>145</sup> La unión de observación e imaginación dan nacimiento a la *teoría* que da cuenta de un nuevo *orden matemático* de la naturaleza.

Durante los siglos XV y XVI la belleza se entiende tanto como imitación de la naturaleza según las reglas de verificación científica, como contemplación de un grado de perfección sobrenatural no perceptible visualmente, puesto que no se realiza en el mundo sublunar. (Eco). Kepler hace un quiebre al abandonar su modelo.

Kepler dio por supuesto que la variación de la fuerza del sol era causa de un cambio *proporcional* en la *velocidad*.



Primera Ley

Imágenes<sup>146</sup>

Segunda Ley

La rehabilitación de la belleza como imitación de la naturaleza condenada por Platón llevó a Florencia, con Ficino neoplatónico a difundir y actualizar la sabiduría antigua en un sistema simbólico coherente e inteligible conjugándolo con el simbolismo cristiano. La belleza con valor simbólico, se opone a la concepción de la belleza como proporción y armonía. No es la belleza de las partes, sino esa belleza suprasensible. La belleza divina se difunde en el hombre y en la naturaleza. Pero las ciencias traen vientos de cambio.

“¿De dónde surge esta ansia, esta inquietud, esta continua búsqueda de lo nuevo? Por la “herida narcisista” provocada causada al ego humanista por la revolución copernicana y por los posteriores desarrollos de las ciencias físicas. (...) Paradójicamente, es el

<sup>143</sup> Toulmin, Stephen y Goodfield, June. 1963. La trama de los cielos. Bs. AS. EUDEBA.

<sup>144</sup> Ibid. Obra citada.

<sup>145</sup> Leyes: 1. Los planetas giran en torno al sol en una trayectoria elíptica teniendo al sol en uno de sus focos; 2.

Barren áreas iguales en tiempos iguales.

<sup>146</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Kepler2.gif>

enorme progreso del saber el que produce la propia crisis del saber: la búsqueda de una belleza cada vez más compleja va acompañada, por ejemplo, del descubrimiento de Kepler de que las leyes celestes no siguen las simples armonías clásicas, sino que requieren una complejidad cada vez mayor.”<sup>147</sup> El hombre vuelve a buscar la belleza macroscópica entendiendo que ya no es el centro del universo.

Esta idea del universo mecánico es incompatible con la concepción de que el universo es como un organismo viviente único. Aparece la idea de que se lo debe considerar como analizable por partes u objetos existentes separadamente, planetas, átomos, etc. Que se movían todos en el vacío. “Estas partes podían trabajar juntas como una máquina pero no podían crecer, desarrollarse, ni funcionar en respuesta a fines determinados por un “organismo como un todo”.”<sup>148</sup>

Esta idea es incompatible con su concepción de que el universo es como un organismo viviente único. Aparece la idea de que se lo debe considerar como analizable por partes u objetos existentes separadamente, planetas, átomos, etc. Que se movían todos en el vacío. “Estas partes podían trabajar juntas como una máquina pero no podían crecer, desarrollarse, ni funcionar en respuesta a fines determinados por un “organismo como un todo”.”<sup>149</sup>

Capra comenta que la ciencia es para los chinos taoistas, el arte de “seguir el orden natural y fluir en la corriente del Tao”.<sup>150</sup> La actitud básica del científico era integradora, ecológica, como diríamos en el lenguaje de hoy. En el siglo diecisiete, esta actitud cambió a su opuesto polar; de yin a yang, de integración a individualización. Desde Bacon, el objeto de la ciencia ha sido el conocimiento que pueda usarse para dominar y controlar a la naturaleza, y hoy en día tanto ciencia como tecnología se usan predominantemente para propósitos que son profundamente antiecológicos, teniendo al hombre y sus intereses paradigmáticos como centro y no a la naturaleza. (Capra, El punto crucial)

Imagen<sup>151</sup>

Otra concepción (llamada precientífica) indoamericana sobre la naturaleza, es expresada en las alocuciones del cacique Noah Seal<sup>152</sup> (cacique Seattle) de la etnia suquamish, donde contrapone la concepción del hombre blanco, en su pensamiento mercantil e individualista, “no trabajan la tierra ni dejan hacerlo, son vagos”, con la del hombre rojo, quien considera que “la tierra no pertenece al hombre, el hombre pertenece a la tierra”, sintiendo que ese suelo les es consagrado.



<sup>147</sup> Eco, Humberto. 2005. Historia de la belleza. Italia. Ediciones Lumen S.A.

<sup>148</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.

<sup>149</sup> Ibid. Obra citada.

<sup>150</sup> Huai Nan Tzu, Citado en Capra (1983).

<sup>151</sup> <http://www.taringa.net/posts/imagenes/806105/Carta-del-Jefe-Seattle>

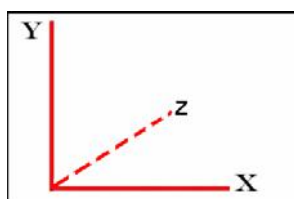
<sup>152</sup> En 1853 asumió el poder político regional (EUA) el gobernador Isaac Stevens, adscrito a la filosofía conquistadora de la época: “el mejor indio es el indio muerto”, su gestión tenía como propósito o bien liquidar a los nativos, o proponerles como trato la concesión de zonas “reservadas”. En 1854 se presentó en la ciudad, y fue allí donde se produjo la memorable alocución del “tyee” Seal, ya de 68 años. (In Grinberg, 1999).

“Lo que le pase a la tierra recaerá sobre los hijos de la tierra. El hombre no tejió la trama de la vida: es apenas una hebra de ella. Todo lo que le haga al tejido, se lo hará a sí mismo.”<sup>153</sup>

“Para que sea posible que los científicos describan la naturaleza matemáticamente, Galileo postuló que debían restringirse a estudiar las propiedades esenciales de los cuerpos materiales -formas, números y movimientos- que pueden medirse y cuantificarse. Otras propiedades, como color, sonido, gusto u olor, eran meras proyecciones mentales subjetivas que debían excluirse del dominio de la ciencia. La estrategia de Galileo de dirigir la atención del científico a las propiedades cuantificables de la materia ha probado ser en extremo exitosa en la ciencia moderna, pero también ha exigido un alto precio, como el psiquiatra R. D. Laing enfáticamente nos recuerda: “Quedan por fuera, vista, sonido, gusto, tacto y olor y junto con ellos se van la estética, la sensibilidad ética, valores, cualidad, forma; todos los sentimientos, motivos, intenciones, alma, conciencia, espíritu. La experiencia como tal, queda desterrada del campo del discurso científico.” De acuerdo a Laing nada ha cambiado más nuestro mundo durante los últimos cuatrocientos años que la obsesión de los científicos con la medida y la cuantificación.”<sup>154</sup>

Las nuevas visiones con el pasaje del estudio cualitativo al cuantitativo que permiten el control de las variables, traen nuevos modos de usar el lenguaje para la ciencia, donde las coordenadas cartesianas desempeñaron un papel decisivo. “*Coordenada*” presupone una función de *ordenamiento* que se hace mediante una cuadrícula. Tres conjuntos perpendiculares de líneas uniformemente espaciadas. X, Y y Z. Una curva también está dada por una coordinación de esos tres órdenes. No son consideradas como objetos naturales, sino como un lenguaje arbitrario y convencional. No obstante, se puede con ellas expresar una ley general no arbitraria en una relación de *invariancia*.

“Emplear coordenadas es ordenar nuestra atención de una manera que se adecue a una visión mecánica del universo, y por consiguiente, ordenar de un modo parecido nuestra percepción y nuestro pensamiento.”<sup>155</sup>



“El genio de Descartes era el de un matemático, y esto es claro también en su filosofía. Para llevar a cabo su plan de construir una ciencia natural completa y exacta, desarrolló un nuevo método de razonamiento, que presentó en su más famoso libro *Discurso del Método*. Aunque su texto se convirtió en uno de los grandes clásicos filosóficos, su propósito original no era enseñar filosofía sino servir como una introducción a la ciencia. El método de Descartes para alcanzar la verdad científica como se evidencia en el título completo del libro, *Discurso del Método para Conducir Correctamente la Propia Razón y Buscar la Verdad en las Ciencias*”<sup>156</sup>

<sup>153</sup> Grinberg, Miguel (recopilador). 1999. Cartas por la tierra. Cacique Seattle. Bs. As. Errepar S.A.

<sup>154</sup> Capra, Fritjof. 1992. El punto crucial. Bs. As. Ed. Trocal.

<sup>155</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.

<sup>156</sup> Capra, Fritjof. 1992. El punto crucial. Bs. As. Ed. Trocal.

Descartes aporta el Método analítico a la ciencia moderna, y la noción de que el hombre es esencialmente pensamiento distinto de la materia. Dualidad mente cuerpo. Que pensando, dudando, se puede llegar a las intuiciones racionales básicas, las ideas claras y distintas desde la que crece toda construcción humana, ciencia, filosofía y potencialmente todo. La intuición racional y la deducción son las herramientas firmes para la construcción de la ciencia.

En el film “*Más allá de los sueños*”<sup>157</sup>, se presenta la visión de que “todos pintamos nuestro propio entorno” en la vida como más allá de la vida (simil). El protagonista Cris muere y un guía Doc lo acompaña en el tránsito. Para cruzar un lago el guía camina sobre el agua, pero él se hunde.

-¿por qué si ya estás muerto? ¿Qué eres tú?

-Mi cuerpo, mi cerebro.

-Pero ya no lo tienes. Tu cerebro es carne, se pudre como tus uñas y desaparece. ¿Por qué crees que eres tú?

-Porque soy una voz en mi cabeza, soy consciente de que existo, porque pienso.

-Entonces existes porque piensas, por eso estás aquí. Eres puro

pensamiento. Ves tu cuerpo porque lo quieres ver. Somos lo que pensamos, el pensamiento es real. Nosotros construimos nuestra propia casa, nuestra propia realidad.



El reconocimiento de que es puro pensamiento le permite emerger del agua, ver la luz del conocimiento del alma.

Este símil permite pensar en esta realidad como construcción del pensamiento.

Con este orden de percepción y de pensamiento cartesianos crece el Renacimiento. Con el A:B::C:D Newton descubre una ley fundamental, que “podría enunciarse así: “Con el mismo orden de movimiento que cae una manzana, igualmente ocurre con la Luna, y así también con *todo*”.” (Bohm, 1987). Del mismo modo que están relacionados A y B de la manzana, están relacionadas las posiciones C y D de la luna. Ley que supuso una armonía universal en el orden de la naturaleza. Afirma el autor que un relámpago así de intuición es básicamente poético. La raíz de “poesía” del griego “poiein”: hacer o crear. “Así la ciencia adquiere una cualidad de comunicación poética de la percepción creativa de un orden nuevo”.<sup>158</sup>

Otro elemento que expresa la intuición de Newton, es la noción generalizada de lo que se llama “ratio” (latín), que incluye todas las acepciones de la palabra razón. “La ciencia se propone, pues descubrir la “ratio”, o razón, universal, que no sólo incluya la razón

<sup>157</sup> Film: *Más allá de los sueños*. 1998. Director Vincent Ward.

<sup>158</sup> Bohm, David. 1987. *La totalidad y el orden implicado*. Barcelona. Kairós.

numérica, o proporción ( $A/B=C/D$ ), sino también su similaridad cualitativa general.” (Bohm, 1987).

Una ley racional no se limita a una expresión de *causalidad*. La causalidad es una forma de la razón, es un caso especial de la razón. “La fórmula básica de la causalidad es: “Yo hago cierta acción X y causo que algo ocurra”. Una ley causal, en cambio tiene esta fórmula: “Así como yo realizo acciones causales, del mismo modo, con ciertos procedimientos, pueden ser observadas en la naturaleza” Así una ley causal proporciona cierta *clase limitada* de razón. Pero más generalmente, una explicación racional adquiere la forma: “Del mismo modo que las cosas están relacionadas en cierta *idea o concepto*, así están ellas relacionadas en la realidad”<sup>159</sup>

La visión mecánica de la naturaleza que legó Descartes, permitió abandonar la idea de la Tierra como organismo viviente, e investigar en ciencia así como desarrollar industrias que toman la materia prima de ésta. Separase de la naturaleza para verla como diferente del investigador. “Uno no está dispuesto a matar a la madre, ni a cavar en sus entrañas en busca de oro, o mutilar su cuerpo... Mientras la tierra se considerara viva y sensible se consideraría una falla del comportamiento ético humano realizar actos destructivos contra ella.”<sup>160</sup>. Descartes extendió su visión mecanicista de la materia a los organismos vivos quienes se consideraron simples máquinas; los seres humanos estaban habitados por un alma racional que se conectaba con el cuerpo a través de la glándula pineal en el centro del cerebro. El cuerpo humano, era indistinguible de un animal-máquina. “Vemos relojes, fuentes artificiales, molinos y otras máquinas similares que, aunque hechas por el hombre, tienen sin embargo el poder de moverse en formas diferentes (...) No reconozco ninguna diferencia entre las máquinas hechas por artesanos y los diferentes cuerpos que solo la naturaleza compone”. (Bohm, 1987). “(...) y de todas las demás partes que hay en el cuerpo de cada animal consideren este cuerpo como una máquina que, hecha por Dios, está incomparablemente mejor ordenada y tiene en sí movimientos más admirables que todas las que puedan inventar los hombres”<sup>161</sup>

Esta postura mecanicista fue desarrollada también en las ciencias humanas, medicina, psicología, en el siglo XIX. Forma parte de la coherencia de la época. Las ideas atomistas de Locke afirman los ideales del individualismo, los derechos de propiedad privada, el mercado libre, y el gobierno representativo, aportando significativamente al pensamiento de Thomas Jefferson y se reflejan en la Declaración de Independencia de la Constitución Americana.

En las ciencias de la naturaleza comienza a gestarse las ideas de evolución, cambio, crecimiento y desarrollo. La dialéctica hegeliana también lo supone. “La noción de evolución se había originado en geología, donde estudios cuidadosos de fósiles condujeron a los científicos a la idea de que el estado presente de la tierra era el resultado de un desarrollo continuo causado por la acción de fuerzas naturales durante periodos inmensos de tiempo.”<sup>162</sup>

<sup>159</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.

<sup>160</sup> Carolyn Merchant. In Capra El punto crucial. 1992. Bs. As. Ed. Trocal.

<sup>161</sup> Descartes, René. 1945. Bs. As. Editorial Thor. S.R.L.

<sup>162</sup> Capra, Fritjof. 1992. El punto crucial. Bs. As. Ed. Trocal.

Jean Baptiste Lamarck afirmó que todo comienza con los infusorios y hay cambios que conducen al hombre. Pero fue Charles Darwin quien aportó gran cantidad de pruebas en sus estudios comparativos de especies, como los pinzones, que a lo largo de la costa atlántica del “nuevo mundo” fue encontrando con variaciones que interpretó como adaptación al medio, tamaño, pico, coloración del plumaje, etc. Estudios de los vegetales y fósiles que lo llevaron a implicar al hombre en la evolución. Es la evolución de la vida en el planeta basada en la selección natural y con variaciones accidentales. Así se da el enfrentamiento con las posturas que consideraban que las especies son las mismas que salieron de la mano de Dios. Esta noción de evolución no puede darse en un “mundo - máquina”.

Los biólogos observan un universo viviente que evoluciona de desorden a orden, mientras los cambios que presentan en la física las leyes de la termodinámica van del orden al desorden.

Los cambios fundamentales frente al mecanicismo se dieron con las teorías de la relatividad y cuántica. El tiempo presenta ahora características diferentes, más ligadas a la irreversibilidad y, en consecuencia, a la historia en todos los niveles, desde las partículas hasta la cosmología. Desaparecen los conceptos absolutos de espacio y tiempo y la noción de orden implícito de la naturaleza parece no poder encontrarse, mientras se encuentran indeterminaciones, comportamientos duales como onda – partícula, los átomos no se comprenden con el modelo de bolas de billar girando en torno a un núcleo. “Hoy la física está más abierta y estamos obligados a considerar una pluralidad de niveles interconectados, sin que ninguno pueda ser considerado prioritario o fundamental.”<sup>163</sup>

Prigogine, premio Nobel de Química plantea desde la termodinámica, es decir, del estudio de los gases aplicaciones prácticas de ingeniería a elementos macro. En el siglo XIX las principales aplicaciones fueron la máquina a vapor y luego los modelos de refrigeración. Estudia el flujo de la energía y calcula probabilísticamente hacia donde puede ir, es la ciencia de los ingenieros. No se ha encontrado la forma de fabricar una máquina que consuma y recicle la misma energía, siempre algo se pierde, de ahí la importancia del cálculo de probabilidades, a nivel macro y en cosas específicas. El tiempo en el flujo de energía es irreversible, siempre algo se pierde y no se puede volver al nivel inicial.

“En nuestra escala de seres vivos, de compuestos macroscópicos, parecía que la ley de los grandes números podía restablecer el esquema determinista. Pero es que surge lo probabilístico, lo estadístico, con mucha fuerza también en este nivel: este es uno de los aspectos del descubrimiento de la auto-estructuración de los sistemas macroscópicos lejos del equilibrio. Lo que los vincula a lo aleatorio depende de la variedad de formas que, de una experiencia a otra, esos mecanismos de estructuración puedan desarrollar a pesar de los más rigurosos controles de las condiciones de experimentación. Aquí ya no se trata de fenómenos calculables por medio de leyes generales: cerca del estado de equilibrio las leyes de la naturaleza son universales; lejos del estado de equilibrio las leyes son específicas. Esas inestabilidades exigen un flujo de energía, disipan energía. De ahí el nombre de "estructuras disipativas" que di a esas inestabilidades.”<sup>164</sup>

---

<sup>163</sup> Prigogine, Ilya. *Ciencia y azar*. Entrevista realizada por Christian Delacampagne, "Recherche" (1985).

<sup>164</sup> Ibid. Obra citada.

Einstein -así como en teoría cuántica-, plantea que el tiempo es reversible y que es sólo una ilusión. A nivel cuántico hacia el futuro o hacia el pasado se puede ir, está en las probabilidades. Nosotros vivimos desde nuestro sentido común en una línea de tiempo, cuando en realidad al pasado y al futuro sólo lo imaginamos, sólo existe el presente en el cual recordamos y proyectamos el futuro, no obstante no vivimos el aquí y ahora por nuestros hábitos mentales. No vivimos lo único que tenemos: el presente. Es un campo infinito de posibilidades, plantea el Dr. Chopra.

Krishnamurty (1895-1986) expresa, estamos siempre tan preocupados por el futuro, y el futuro es ahora. “El pensamiento es el movimiento de la experiencia, del conocimiento y la memoria. Es la totalidad de este movimiento. (...) Siempre hay más y más que es desconocido. De modo que, una vez admitido que el conocimiento es limitado, entonces el pensamiento es limitado. El contenido total de esa conciencia es el yo. El yo no es diferente de mi conciencia. (...) Sí, el pensamiento depende del conocimiento, y el conocimiento no lo abarca todo. Por lo tanto, el pensamiento no será capaz de manejar todo lo que ocurre.”<sup>165</sup>

Imagen<sup>166</sup>



En este presente encontramos dos posturas enfrentadas, dos paradigmas o percepciones de la realidad. Capra sostiene que nos encontramos ante problemas globales que dañan la biosfera y la vida humana y que podrían convertirse en irreversibles en breve. “Se trata de problemas sistémicos, lo que significa que están interconectados y son interdependientes. Ciencia, economía, política, educación, filosofía, derecho, etc. No deberían seguir fragmentando su objeto de estudio. Por ejemplo, sólo se podrá estabilizar la población del globo cuando la pobreza se reduzca planetariamente.”<sup>167</sup> Como dijo el cacique Noah Sealt “lo que se le hace a la tierra nos lo hacemos a nosotros mismos”. Las soluciones requieren un cambio de percepción, en nuestros pensamientos y en nuestros valores. Tener una visión integrada y no sólo analítica. No encontramos ladrillos aislados, sino interconexiones. Urge jerarquizar el valor de la vida y la Tierra desplazando los valores de la economía y la competencia feroz, “a la trama de la vida”, buscando una economía sustentable (para la vida). Daniel Vidal sostiene que no se trata ni de *malinchismo* ni de *pachamamismo*, es necesario el conocimiento para realizar la síntesis. El siglo XXI exige atender a la vida, del hombre en toda su diversidad y de la Tierra desde una perspectiva sistémica y holística, donde todos los seres vivos tengan el valor que poseen por sí mismos independientemente de los intereses y corporaciones humanas.

La ética vitalista resalta en la jerarquía de los valores el valor de la vida en general, concede a los valores que conservan, refuerzan y ensanchan la vitalidad primacía sobre los demás. Siendo éste el fin último y la responsabilidad moral del hombre. Es el sustento de las otras éticas. Es considerada por Spinoza (el conatos) como un supuesto básico donde todo lo existente quiere preservar su ser. Es una tendencia instintiva que en el ser humano se hace reflexiva. Para el vitalista ético tanto relativo como absoluto el proyecto moral guarda continuidad con procesos instintivos, es decir, no deliberados, que lo subyacen y preceden. ¿Cómo se justifica el paso del “ser” al “debe”? Lo que

<sup>165</sup> Krishnamurty, Jiddu. Bohm, David. El futuro de la humanidad. (Diálogos). 1983.

<sup>166</sup> Krishnamurty y Bohm. <http://www.jiddu-krishnamurti.net/es/el-futuro-de-la-humanidad/>

<sup>167</sup> Capra, F. La trama de la vida. 1998. Barcelona. Editorial Anagrama.

convierte un aspecto del ser en un deber ser moral, en un valor ético es el querer humano que lo distingue y recomienda. Así la libertad humana está en una situación paradójica: “afirman que somos seres que han de elegir para ir desvelando y cumpliendo su propio ser. De este modo, *la libertad elige pero no puede ser elegida; ha de deliberar por imposición indeliberada.*”<sup>168</sup>

Aparece ahora la necesidad de usar la razón para encontrar las ideas irrelevantes, y de abandonar nuestros supuestos, aunque a menudo nos haya parecido muy difícil el hacerlo así, porque tendemos a otorgar un alto valor psicológico a las ideas que nos son familiares. (Bohm, Diálogos, 1983)

Prigogine quien prefiere omitir el concepto de paradigma, considera que la flecha de tiempo común al hombre y a los sistemas termodinámicos es quizás el hecho que expresa de manera más evidente la unidad del universo. Este es el elemento unificador por excelencia de la visión moderna de la naturaleza. En este sentido la ciencia se encuentra hoy en uno de los diálogos más fascinantes que el hombre ha tenido con la naturaleza. Considera que no es posible y tal vez no deseable unir en un esquema único las verdades científicas, la física tiene varios modelos y como el péndulo oscila de uno a otro, con su ley reversible del tiempo y también reacciones químicas caracterizadas por la irreversibilidad de la flecha del tiempo. Es necesario superar las contradicciones para pasar de un modelo a otro. Son múltiples miradas de la realidad aunque ésta sea única.

La apelación de Capra en *La trama de la vida* es a recuperar las posibilidades que nuestro cerebro tiene inexploradas y subvaloradas por nuestra cultura: hemisferio izquierdo y derecho con la síntesis del pensamiento *Asertivo* (racional, analítico, reduccionista, lineal) e *Integrativo* (intuitivo, sintético, holístico y no – lineal). El desafío requiere una expansión, no sólo de nuestras percepciones y modos de pensar, sino también de nuestros valores: lo *Asertivo* valora la expansión, competición, cantidad, dominación; lo *Integrativo*, la conservación, cooperación, calidad asociación. El poder como dominación sobre los demás es asertividad en exceso, la mayoría de los hombres y algunas mujeres han llegado a identificar su posición en la jerarquía como parte de sí mismo, y un cambio de valoraciones como la cooperación, la asociación pueden sentirlo como amenazantes para causando un temor existencial.

Existe otra forma de concebir el poder, como Foucault planteó, el poder personal para desarrollarse a sí mismo, el poder como influencia sobre otros. “Éste no está basado en la jerarquía sino en la red como metáfora central de la ecología. El cambio de paradigma incluye por tanto el cambio de jerarquías a redes en la organización social.”<sup>169</sup> El cacique Seattle decía: “(...) porque todas las cosas comparten el mismo aliento: la bestia, el árbol, el hombre, todos compartimos el mismo aliento”. (Grinberg, 1999).

Se vincula a la visión de ecología profunda del filósofo noruego Arne Naess quien distingue ecología “superficial” de la “profunda”. La superficial es antropocéntrica, centrada en los intereses del ser humano, así se dice: “Cuidemos el planeta porque es nuestra casa”, si fuera de otros no importaría, porque tiene un valor de uso. La ecología profunda no separa a los humanos ni ninguna otra cosa del entorno natural. “Ve al mundo, no como una colección de objetos aislados, sino como una red de fenómenos fundamentalmente interconectados e interdependientes. La ecología profunda reconoce

<sup>168</sup> Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. 1993. Valladolid: Trotta.

<sup>169</sup> Capra, F. *La trama de la vida*. 1998. Barcelona. Editorial Anagrama.



el valor intrínseco de todos los seres vivos y ve a los humanos como un mera hebra de la trama de la vida.”<sup>170</sup> El reconocimiento de la necesidad de un profundo cambio de percepción y pensamiento capaz de garantizar nuestra supervivencia, no ha alcanzado aun a los responsables de las corporaciones, administradores, políticos, ni profesores de las grandes universidades, opina Capra. De modo que se entienda que las únicas soluciones viables son aquellas que resulten *sostenibles*. “Una sociedad sostenible es aquella capaz de satisfacer sus necesidades sin disminuir las oportunidades de generaciones futuras.”<sup>171</sup> Crear comunidades sostenibles, entornos sociales y culturales que permitan satisfacer las necesidades y aspiraciones sin comprometer el futuro de las generaciones que han de seguirnos. Después de todo, estamos tomando “prestado” el mundo de nuestros hijos, nietos, y del resto de los seres vivos que han de tener o no la posibilidad seguirnos. Ese es el actual desafío.

## LA TECNOCENCIA.

Mercedes Iglesias<sup>172</sup> analiza una nueva concepción en filosofía de la ciencia sostenida por el español Javier Echeverría. Éste sostiene que la Revolución Científica y la Revolución Industrial serán los marcos de referencia para sostener la tesis de que ha habido en el siglo XX otra revolución que denominará Revolución Tecnocientífica. Implica un nuevo modo de hacer ciencia. Se inicia en los Estados Unidos en la época de Segunda Guerra Mundial, se consolida con la Guerra Fría y ulteriormente se extiende a otros países de Europa, Japón y Canadá.

La **tecnociencia**, según Echeverría, surge de un cambio profundo en la estructura de la actividad científica, pero no por una revolución metodológica o epistemológica Kuhniana, sino por una modificación de la manera en que se practica la investigación y se gestiona el conocimiento. La **tecnociencia** es una nueva modalidad de actividad científico-técnica que queda institucionalizada como *fuerza productiva* fundamental y característica de la sociedad de la información y el conocimiento.

¿Qué son los sistemas *tecnocientíficos* y las *acciones tecnocientíficas*?

Si se admite que toda acción supone un sujeto o un agente, el agente de la tecnociencia será un agente plural que está constituido por científicos, ingenieros, técnicos, gerentes, militares, economistas, empresarios y políticos para nombrar algunos. Ésta implica también pluralidad de intereses y valores que se disputan el poder, el conocimiento y la información, en medio de conflicto de valores. Echeverría plantea entonces, que el ámbito de la reflexión filosófica exige expandirse más allá, de lo que usualmente hemos denominado epistemología.

Propone matrices para evaluar situaciones y cambios que se van originando a partir de la práctica científico-tecnológica. Los científicos no recurren a juicios de valor sino a protocolos de evaluación que designan cantidades concretas: puntuaciones, calificaciones, ponderaciones. Con ello se daría la posibilidad de la intervención que tratará de incrementar los valores positivos y menguar los valores negativos.

---

<sup>170</sup> Ibid. Obra citada.

<sup>171</sup> Bateson. In Capra, F. La trama de la vida. 1998. Barcelona. Editorial Anagrama.

<sup>172</sup> Iglesias, Mercedes. Echeverría-tecnociencia. 2006. Departamento de Ciencias Humanas. Facultad Experimental de Ciencias Universidad del Zulia.

Sostiene que estamos ante un proceso de búsqueda de lo bueno, y en dicho proceso la filosofía tiene una misión clara que cumplir. Ayuda a ver la realidad sin los velos del idealismo humanista o de la propaganda político-empresarial.

La Dra. Alba Bentos-Pereira, bióloga uruguaya nos cuenta: -"Lo novedoso es que se investiga para vender los conocimientos a las corporaciones. Pongamos el ejemplo de la hidrovía que se proyecta interconectando varios ríos en nuestra región. Los biólogos que la recomiendan dicen "lo que les mandan decir los que les dan el dinero" ¡y son ecólogos! Todo el barro que se va a arrastrar del dragado va a llegar hasta las costas de Canelones, se pierden las playas y cambia totalmente el ecosistema regional. ¡Es un impacto brutal! El Pantanal desaparece, ya estaban haciendo puentes de 8 metros de alto porque toda la zona queda anegada, se pierde totalmente y es un ecosistema importantísimo, donde se cría el mejor ganado de la región, además de ser una belleza paisajística increíble. El nivel de evaporación será mayor aun que el que hay ya con todas las represas que se tienen en la región, que han cambiado el clima en húmedo y lluvioso ¿Y a quién le importa? Son intereses políticos y económicos, los científicos van detrás. No hay investigación científica independiente.

-Para hacer una investigación científica de impacto positivo, debe haber primero una decisión política nacional o no tiene valor. Hicimos el estudio de la Quebrada de los cuervos, que quedó durmiendo en un cajón o tal vez se tiró, -nos la pidió Wilson Enzo Gogni que estaba en la Intendencia Municipal en ese momento-. La Quebrada de los cuervos es el único lugar donde crece yerba madre en este país. Uno de los pocos endemismos que hay en nuestro país. ¡Lo que es la yerba mate para este país! Es un lugar muy frágil y de un ecosistema riquísimo, y hay un regimiento llamado por los lugareños "Huija" que usa la quebrada para tirar al blanco sus obuses. ¡Una barbaridad! Y ¿a quién le importa? No se ha hecho nada porque no hay intereses políticos ni económicos. Y ¿cómo se controla esto? (...)"<sup>173</sup>

---

<sup>173</sup> Dra. Alba Bentos-Pereira. Centro Universitario de Los Lagos. Dpto. de Ciencias de la Tierra y la Vida. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. Entrevista realizada por Martha Nalerio y Liliana Bardallo. Abril, 2008.

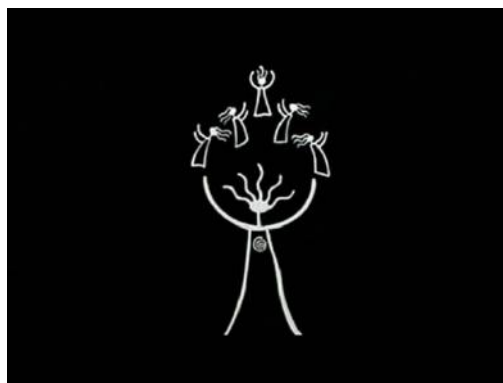
## ¿CUÁN PROFUNDO ES EL HOYO?

El desafío pasa por un cambio que a nivel personal y colectivo que nos enfrenta con nuestras costumbres culturales y con nuestra propia sombra.

“En medio del torbellino de ideas en conflicto en que vivimos, en la esfera del arte, de la ciencia y, sobre todo, de la política, en donde los estadistas de gran importancia pueden poner en juego su salvajismo, su temor, su irracionalidad (...), parece destacarse un juicio que reúne un asentimiento casi universal: el de que el control que ha obtenido el hombre sobre la naturaleza y las amenazas del destino que penden sobre él toman su origen en esta verdad incontestable. El mayor peligro del hombre es su propia naturaleza desordenada y las oscuras fuerzas agazapadas en su interior.”<sup>174</sup>

Frente a tantos determinismos la responsabilidad personal de individuos está siendo nuevamente revalorizada, quizás con mucha razón. En la “sombra” no está sólo lo amenazante, sino también una gran riqueza de potencialidades. Jung valoraba el análisis histórico del individuo pero también el ahistórico y “de campo” de una forma equilibrada.

En el film “**La dama en el agua**”<sup>175</sup> de Night Shamalyan se plantea la necesidad de la conexión del hombre con su sombra (inconsciente), o con su parte intuitiva para que complemente su ser con la razón, todo lo cual exige un despertar de nuevos aspectos a la conciencia, o un acrecentamiento de ella. Encuentro en el que irrumpen los miedos guardados en lo más profundo del ser (el scrunt), así como las potencialidades, riquezas desconocidas, como “nadie está solo, estamos



todos vinculados como una red... “En ningún lugar de la tierra hay sitio alguno dedicado a la soledad”<sup>176</sup> La posibilidad de ese Autorreconocimiento está dada por la nerf Store (musa de agua o ninfa marina). Ella irrumpen en un condominio, lo limitado, por normas y reglas, y por el edificio que marca una U con el bosque cubriendo la parte abierta y una piscina con forma de ojo en el centro. Una serie de símbolos que han de desvelarse para encontrar que el contacto del hombre con la naturaleza es a la vez un encuentro consigo mismo. El descubrimiento lo hace quien tiene la pregunta, la fe en la



investigación, y todo su entorno está lleno de pistas para armar el rompecabezas. Se puede acertar o no, hay un tiempo disponible. Es el kairos, el momento en que se descorre el velo, cuando se da el atisbo (Schopenhauer), hay que estar atento. El autoconocimiento se da conjuntamente con el vínculo, con el reconocimiento de la otredad, aunque el camino sea solitario. El reconocer que no estamos solos. La nerf, ser mítico que expresa un arquetipo. La

voz interna, el daimon.

El agua, la profundidad, lo que alberga el misterio.

<sup>174</sup> Evans, Richard. Conversaciones con Jung. 1968. Ediciones Guadarrama. Madrid.

<sup>175</sup> Film *La dama en el agua*. Night Shamalyan. EE.UU. 2006.

<sup>176</sup> Alocución del jefe indio Noah Sealt (cacique Seattle). In Grinberg: Cartas por la tierra. 1999.

La piscina, el ojo de agua. La mirada interna. Muchos se bañan en ella pero pocos descubrirán que el ojo del alma registra lo externo intentando participar en todos los aspectos de la personalidad.

El scrunt: Nuestros miedos que están agazapados para asaltarnos, sólo quien lo mira a los ojos puede dominarlo. Se pliega y desaparece, solamente con un espejo se lo puede detectar pues aparece por la espalda, el inconsciente.

## ¿EXISTE UNA ESTÉTICA ORGÁNICA?

Humberto Eco sostiene que existen dos modalidades de la belleza orgánica. Una expresa el ideal de una “nueva democracia” basada en el individualismo y en la recuperación de la relación con la naturaleza, se expresa en las Prairie Houses de Wright en la arquitectura “orgánica” donde el espacio interior se alarga y se prolonga en el espacio exterior, enlazándose con el ambiente exterior. Y la otra representada por “Antonio Gaudí, que sustituye las estructuras lineales por insólitos laberintos, el rigor del hierro y del cristal por una materia plástica, magnética, fluctuante, carente de cualquier aparente síntesis lingüística y expresiva. Sus fachadas, semejantes a extravagantes collages, trastocan la relación entre función y decoración y suponen una ruptura radical de la relación entre objeto arquitectónico y realidad: en la aparente inutilidad e inclasificabilidad de los edificios de Gaudí se expresa una rebelión extrema de la belleza interior contra la colonización de la vida por parte de la belleza fría de las máquinas.”<sup>177</sup>

Se toma como fuente de inspiración las formas de la naturaleza y trata de expresarla a través de la arquitectura y sus detalles. Así la obra del artista catalán Gaudí es fructífera y rica en detalles que se inspiran en esqueletos de animales, formas vegetales, sinuosidades de los ríos, montañas, acantilados, etc.



### FINCA GÜELL (1884-1887)

Edificaciones destinadas a albergar caballerizas y picadero para el que llegaría a ser su principal cliente, y posteriormente buen amigo, Eusebi Güell.

Remate de la columna que se encuentra junto a la puerta de entrada.

Esta filigrana ornamental, simula ramas de naranjo con sus frutos.



<sup>177</sup> Eco, Humberto. 2005. Historia de la belleza. Italia. Ediciones Lumen.

En la entrada principal, una cancela de 5 m de largo con un dragón alado, cierra el paso al visitante. Esta magnífica pieza realizada en hierro forjado, demuestra tanto el profundo respeto que sentía Gaudí por los trabajos de forja (tan frecuentes en sus obras), así como la importancia que daba a todos los detalles ornamentales. Algunos estudiosos de la obra gaudiana han interpretado que podía tratarse del dragón que la mitología sitúa en la puerta del Jardín de las Hespérides.<sup>178</sup>

## LA PEDRERA

“Este edificio, llamado también Casa Milà, es más conocido por su nombre catalán La Pedrera, (que en castellano significa "la cantera") forma en que fue bautizado popularmente por el sorprendente aspecto pétreo de su fachada. Fue construido entre 1906-1910.



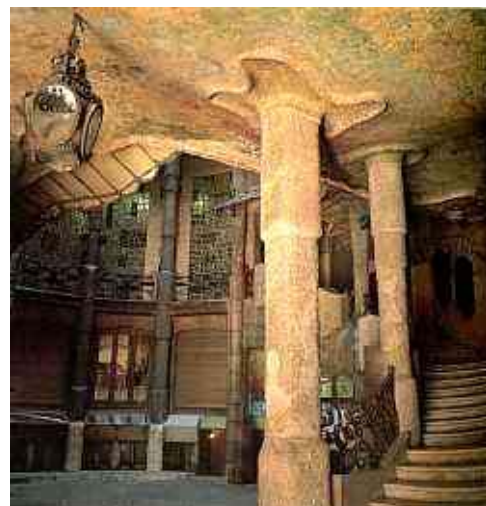
La fachada de esta construcción, que semeja un gran precipicio, se ondula sobre la Confluencia de dos calles como si se tratara de un edificio aislado. Los grandes bloques de piedra que conforman el revestimiento exterior, fueron tallados en el mismo lugar de la construcción dándoles una textura rugosa de piedra natural.



Sobre las formas contorneadas de la fachada cuelgan, como si fueran plantas que hubieran nacido espontáneamente sobre la abrupta superficie de piedra, unas rejas de hierro forjado que forman los balcones, obra del Josep M<sup>a</sup> Jujol, también arquitecto, e íntimo colaborador de Gaudí.

En contra de lo que pudiera parecer por su sólido y macizo aspecto, en este edificio no existen paredes de carga, ni incluso en la fachada. Al encontrarse todo él apoyado sobre pilares y vigas metálicas, podría cambiarse, sin problema alguno, toda su distribución interior. El mismo Gaudí comentó que si algún día se quisiera instalar un hotel en el edificio, sería muy fácil hacer una nueva distribución para las habitaciones.

Para sostener la fachada, Gaudí ideó unas jácenas salientes en forma de T sobre las que se apoyarían los bloques de piedra. Para conseguir dar a las vigas de hierro la forma deseada, tuvo que recurrir a técnicas de ingeniería naval. Uno



<sup>178</sup> Gaudi. La fantasía hecha piedra. file:///I:/Gaudi/otros-c.htm

de los patios por el que se accedía tanto a las cocheras y cuadras de caballos situadas en el sótano (posteriormente transformadas en garaje, y en la actualidad en sala de actos) así como a la escalera del piso principal, ocupado inicialmente por sus propietarios, los Sres. Milá. La negativa de estos últimos a que se colocara sobre la fachada un grupo escultórico en bronce, de la Virgen rodeada de arcángeles, de 4,5 m de altura, hizo que Gaudí se distanciara de los propietarios que no le permitieron acabar su proyecto.

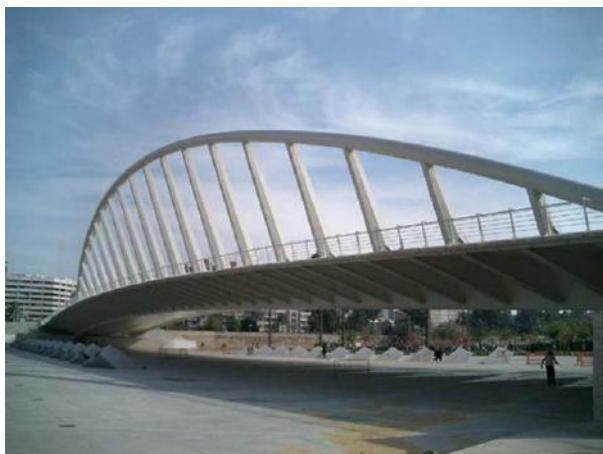


Estos modernísimos y estilizados arcos, contruidos con ladrillos planos vistos, están situados en la parte superior del edificio y se comunican con la zona de chimeneas del tejado. La propietaria actual del edificio, la "Caixa Catalunya" (Caja de ahorros de Cataluña) ha dedicado esta zona a "L'Espai Gaudí" donde se exhiben maquetas, dibujos y documentos relacionados con el genial arquitecto.

Gaudí, perfeccionista y meticuloso al máximo, supervisaba personalmente la construcción de las rejas en la misma forja, donde permanecía, a veces, hasta las diez de la noche, con el consiguiente desagrado de los trabajadores.

## LAS CHIMENEAS

Gaudí decía que si el humo sube retorciéndose, se le ayudaba en su salida dándole a las chimeneas forma helicoidal. Las formas de su



parte superior recuerdan a yelmos medievales. Gaudí estudiaba las distintas formas decorativas haciendo construir maquetas a escala 1:10 y en ocasiones incluso a tamaño natural".<sup>179</sup>

Imagen<sup>180</sup>

El puente de CALATRABA en la ciudad de Bilbao en Vizcaya representa una forma orgánica. Este arquitecto ingeniero español nacido en Valencia en 1951 comienza dibujando elementos

naturales, hojas, animales, y de allí va estructurando el diseño arquitectónico que se integra al paisaje como un elemento natural.

<sup>179</sup> file:///J:/Gaudi/GAUDI-pedrera.htm

<sup>180</sup> www.pueblos-espana.org/comunidad+valenciana/

## FRACTALES- en teoría del caos

A nivel de los nuevos lenguajes de la biología aparecen los atractores caóticos, los fractales, las estructuras disipativas, la autoorganización y las redes autopoieticas como conceptos claves.

La visión de los sistemas vivos como redes autoorganizadoras, cuyos componentes están interconectados y son interdependientes, lo hemos visto en Aristóteles, las cartas por la tierra del jefe Seattle, pero también en otros. Hoy tratan de ser expresados en modelos matemáticos “de la complejidad”, o “teoría de sistemas dinámicos”. Son matemáticas de relaciones y patrones que ponen énfasis en el pensamiento sistémico. Han podido descubrir y describir nuevos patrones cualitativos de comportamiento de estos sistemas complejos: un nuevo nivel de orden subyacente en el aparente caos.

“No es una teoría de los fenómenos físicos, sino una teoría matemática, cuyos conceptos y técnicas se aplican a un amplio espectro de fenómenos. Lo mismo se puede decir de la teoría del caos y de la teoría de los fractales, que son importantes ramas de la teoría de los sistemas dinámicos.”<sup>181</sup>

### Movimiento caótico.

“Para poder clasificar el comportamiento de un sistema como caótico, el sistema debe tener las siguientes propiedades:

- Debe ser sensible a las condiciones iniciales.
- Debe ser transitivo.
- Sus órbitas periódicas deben formar un conjunto denso en una región compacta del espacio físico.



Sensibilidad a las condiciones iniciales significa que dos puntos en tal sistema pueden moverse en trayectorias muy diferentes en su espacio de fase incluso si la diferencia en sus configuraciones iniciales es muy pequeña. El sistema se comportaría de manera idéntica sólo si sus configuraciones iniciales fueran exactamente las mismas. Un ejemplo de tal sensibilidad es el así llamado "efecto mariposa", en donde el aleteo de las alas de una mariposa puede crear delicados cambios en la atmósfera, los cuales durante el curso del tiempo podrían modificarse hasta hacer que ocurra algo tan dramático como un tornado. La mariposa aleteando

sus alas representa un pequeño cambio en las condiciones iniciales del sistema, el cual causa una cadena de eventos que lleva a fenómenos a gran escala como tornados. Si la

<sup>181</sup> Capra, Fritjof. 1998. La trama de la vida. Barcelona. Anagrama.

mariposa no hubiera agitado sus alas, la trayectoria del sistema hubiera podido ser muy distinta.”<sup>182</sup>

Los Sistemas dinámicos y teoría del caos son una rama de las Matemáticas, desarrollada en la segunda mitad del Siglo XX, que estudia lo complicado, lo impredecible, lo que no es lineal. A veces se la llama "Matemática de lo no lineal".

1. No necesariamente es una teoría sino que puede entenderse como un gran campo de investigación abierto, que abarca diferentes líneas de pensamiento.
2. *Caos* está entendido no como ausencia de orden, sino como cierto tipo de orden de características impredecibles, pero descriptibles en forma concreta y precisa. Es decir: un tipo de orden de movimiento impredecible.

La idea de la que parte la Teoría del Caos es simple: en determinados sistemas naturales, pequeños cambios en las condiciones iniciales conducen a enormes discrepancias en los resultados. Este principio suele llamarse efecto mariposa debido a que, en meteorología, la naturaleza no lineal de la atmósfera ha hecho afirmar que es posible que el aleteo de una mariposa en determinado lugar y momento, pueda ser la causa de un terrible huracán varios meses más tarde en la otra punta del globo.

La teoría no tiene un solo padre fundador, sino muchos. Entre ellos destacan Lorenz (meteorólogo), Benoit Mandelbrot (ingeniero de comunicaciones), Mitchell Feigenbaum (matemático), Libchaber (físico), Winfrey (biólogo), Mandell (psiquiatra), y otros muchos, la mayoría de ellos vivos actualmente.”<sup>183</sup>



Imagen<sup>184</sup>

Los fractales fueron concebidos aproximadamente en 1890 por el francés Henri Poincaré. Sus ideas fueron extendidas más tarde fundamentalmente por dos matemáticos también franceses, Gastón Julia y Pierre Fatou, hacia 1918. Se trabajó mucho en este campo durante varios años, pero el estudio quedó congelado en los años '20.<sup>185</sup>



Imagen<sup>186</sup>

Benoît B. Mandelbrot plantea que la geometría que usamos no nos sirve para describir las nubes, la luna, una montaña, ríos o relámpagos pues son muy complejos, pero la geometría fractal si puede

<sup>182</sup> Hott, Ewaldo y Gutierrez, Pablo. *Introducción al mundo fractal: matemáticas*. Medio Matemático. 2004. [www.sectormatematica.cl/fractales/fractales.pdf](http://www.sectormatematica.cl/fractales/fractales.pdf)

<sup>183</sup> [file:///J:/Gaudi/Teor%C3%ADa\\_del\\_caos-FRACTALES.htm](http://file:///J:/Gaudi/Teor%C3%ADa_del_caos-FRACTALES.htm)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_del\\_Caos](http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_Caos)

<sup>184</sup> Cooper, Jock. Fractal Recursions. Moca. Museum of Computer Art. <http://www.fractal-recursions.com/>

<sup>185</sup> Hott, Ewaldo y Gutierrez, Pablo. *Introducción al mundo fractal: matemáticas*.

<sup>186</sup> Imagen: [www.lenguajeescrito.org/averroes/html/adjuntos/2008/02/06/0001/pintumate/fractal.htm](http://www.lenguajeescrito.org/averroes/html/adjuntos/2008/02/06/0001/pintumate/fractal.htm)



hacerlo. Las formas fractales tienen patrones repetitivos en escalas descendentes y son semejantes en forma al conjunto. Le llama autosemejanza. Por ejemplo, cada trozo de coliflor es semejante a una flor de coliflor, y dividiendo el trozo sigue apareciendo una pequeña coliflor. La forma del todo es semejante a sí misma a todos los niveles de escala. Un copo de nieve, las hojas de un helecho, las ramas de un relámpago, los bordes de una nube, repiten el mismo patrón. Las líneas de la costa si se dividen en partes cada vez más diminutas, muestran semejantes disposiciones de playas y cabos. Él se preguntó por la longitud de la costa de Gran Bretaña y demostró que no existe una medida exacta dividiendo indefinidamente la escala de forma descendente. Si es posible definir un número entre 1 y 2 que caracterice el grado de “mellado” de esa costa. Para la línea costera británica dio aproximadamente 1.58 y para la noruega que es más quebrada 1.70. Le llamó dimensión fractal. Mandelbrot retoma el trabajo del matemático francés Gastón Julia dibujados a mano y los lleva a ordenadores. La geometría fractal ha despertado interés fuera de la comunidad matemática. De hecho en la historia de la ciencia las matemáticas estuvieron siempre unidas a otras ramas del conocimiento y hoy se las considera un lenguaje, el lenguaje de las ciencias.

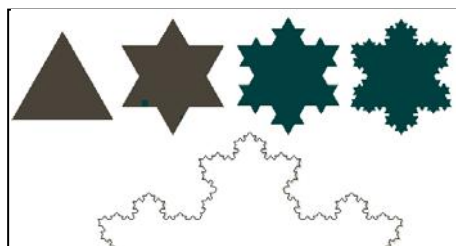
“El comportamiento emergente observado en sistemas muy ordenados, galaxias, planetas y vida, apunta a un principio organizativo universal. La ordenación de los



sistemas naturales tiende a realizarse a escala local regiones que no están en equilibrio en lo que se refiere al aumento espontáneo de energía libre y disminución de la entropía aunque a escala global aumente la entropía. Un ejemplo familiar, no perteneciente a la biología, lo proporciona la formación de dunas. La acumulación gradual de sedimentos en un lago o delta puede llevar a la formación de llanuras arenosas cuyos granos presentan escasa variedad de tamaños. Un sistema tal de

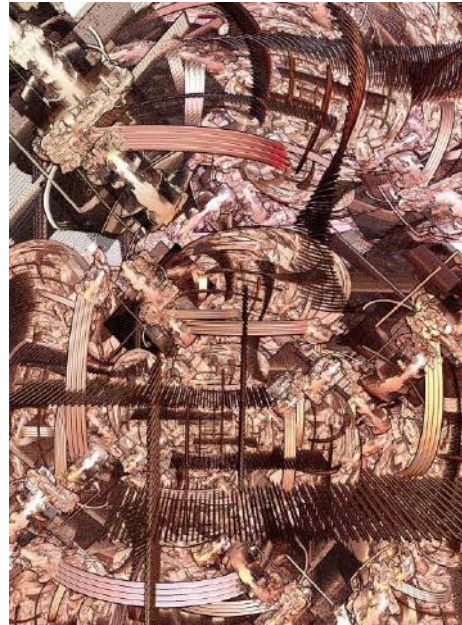
sedimentos posee un potencial mínimo de energía gravitatoria y máximo de energía configurativa. Sin embargo, si ese sistema sedimentario se seca y queda sujeto a la acción del viento, emergen nuevas estructuras. Las dunas adoptan una variedad de formas periódicas, en tanto que los granos de arena se agrupan cada vez más por tamaños. A medida que la energía eólica fluye a través de la interfase sedimento atmósfera, los sedimentos adquieren de manera espontánea potencial de energía gravitatoria, en tanto que su entropía configurativa disminuye.”<sup>187</sup>

Los artistas también tienen gran fascinación por los fractales y de hecho el uso de ordenadores ha permitido que con el manejo de algoritmos puedan construir las figura, también se suelen utilizar reglas matemáticas para asignar los colores. Para crear resultados brillantes es imprescindible usar un ordenador que genere rápidamente gran cantidad de pasos.



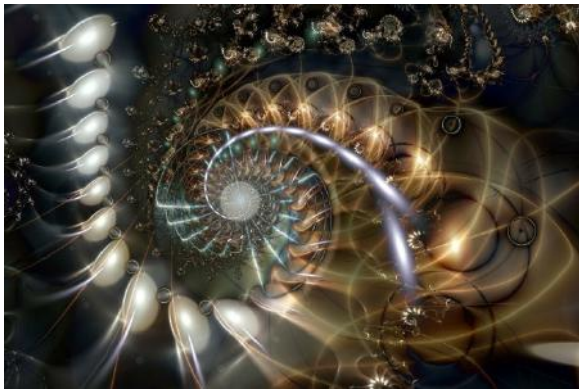
El copo de nieve, es uno de los primeros objetos fractales que se definieron. Su creador fue Niels Helge von Koch en 1904, por lo que se conoce como **curva de Koch**.

<sup>187</sup> Robert M. Hazen Geophysical Laboratory and NASA Astrobiology Institute, Washington, DC. 2005.



Imágenes  
188

El



hecho es que, partiendo de figuras geométricas y aplicándoles una determinada función, se puede obtener una imagen elaborada que resulta curiosa. Si cambiamos la figura original y el tipo de transformación, el resultado puede cambiar notablemente. Si además incorporamos color en nuestros diseños, estamos preparados para crear auténticas obras de arte como las que verás al final de la página.

Volviendo al tema original: la percepción del hombre de la naturaleza. El pensamiento de la humanidad desde la filosofía, la ciencia, el arte, han oscilado entre la visión de la naturaleza como un todo organizado en el cual está integrado el hombre, a verlo como un mecanismo perfecto ordenado por leyes universales, y nuevamente a ver la vida como una trama compleja que se auto-organiza de modo complementario y se repite infinitamente como en un espejo de un cuadro de Velázquez.

<sup>188</sup> Imágenes:

<http://www.lenguajeescrito.org/averroes/html/adjuntos/2008/02/06/0001/pintumate/artefractal/fractal4.jpg>

## TAN ANTIGUA COMO EL MUNDO: UNA PERCEPCIÓN MONISTA.

En las **Upanishads** -las conferencias filosóficas de los Vedas- cinco siglos (o más) antes de nuestra era, muestran una percepción monista de la realidad donde el todo se refleja en las partes, y el hombre capaz de tener conciencia de sí es el espejo de esa realidad, si nos preguntamos ¿quién soy? ¿Qué es la realidad? Preguntas y respuestas se entretienen indefinidamente.

“Cuando Svetaketu tuvo doce años, fue mandado a un maestro, con el que estudió hasta cumplir los veinticuatro. Después de aprender todos los Vedas, regresó al hogar lleno de presunción en la creencia de que poseía una educación consumada, y era muy dado a la censura.

Su padre le dijo: - Svetaketu , hijo mío, tú que estás tan pagado de tu ciencia y tan lleno de censuras, ¿has buscado el conocimiento por el cual oímos lo inaudible, y por el cual percibimos lo que no puede percibirse y sabemos lo que no puede saberse?

-¿Cuál es este conocimiento, padre mío? –preguntó Svetaketu.

Su padre respondió: -Como conociendo un terrón de arcilla se conoce todo lo que está hecho de arcilla, pues la diferencia es sólo de nombre, pero la verdad es que todo es arcilla, así, hijo mío, es el conocimiento que, una vez adquirido, nos hace saberlo todo.

-Pero sin duda esos venerables maestros míos ignoran este conocimiento, pues, si lo poseyesen me lo habrían comunicado. Dame, pues tú, padre mío, este conocimiento.

-Así sea –contestó el padre... Y dijo: –Tráeme un fruto del árbol del nyagrodha (higo).

-Aquí está, padre.

-Rómpelo.

-Roto está, padre.

-¿Qué vez ahí?

-Unas finas simientes, padre, pequeñísimas.

-rompe una.

-Rota está.

-¿Qué vez ahí?

-Nada.

El padre dijo: -Hijo mío, en la esencia sutil que no percibes ahí, en esa esencia está el ser del enorme árbol del nyagrodha. En eso que es la sutil esencia, todo lo que existe tiene su yo. Eso es lo Verdadero, eso es *el Yo*, y tú, Svetaketu, *eres Eso*.

-Por favor, padre –dijo el hijo-, dime más.

-Así sea, hijo mío -respondió el padre, y dijo- :

-Pon esta sal en agua, y vuelve mañana por la mañana.

El hijo cumplió lo mandado.

A la mañana siguiente, el padre dijo: -Tráeme la sal que pusiste en el agua.

Buscóla el hijo, pero no pudo encontrarla, pues la sal, por supuesto, se había disuelto.

El padre dijo: -Prueba el agua de la superficie de la vasija ¿Cómo es?

-Salada.

-Prueba del medio. ¿Cómo es?

-Salada.

-Prueba del fondo. ¿Cómo es?

-Salada.

El padre dijo: -Tira el agua y vuelve.

Hízolo el hijo, pero la sal no se perdió, pues la sal existe para siempre.

Entonces dijo el padre: -Ahí igualmente, en ese cuerpo tuyo, hijo mío, no percibes lo *Verdadero* pero ahí está realmente. En eso que es la esencia sutil, todo lo que existe tiene su yo. Eso es lo Verdadero, *eso es el Yo*, y tú, Svetaketu, *eres Eso*.

Del Chandogya Upanishad. <sup>189</sup>

Esta esencia que forma parte de la multiplicidad de lo Uno y la unidad de lo Múltiple, se manifiesta en *el mandala*. El poder de la naturaleza se manifiesta siempre en un círculo. Rumi el poeta Sufí, decía que si uno abre un grano de arena, encuentra un sol y planetas alrededor.

---

<sup>189</sup> Huxley, Aldous. 1999. La Filosofía perenne. Bs. As. Editorial Sudamericana.

## EL MANDALA: TAN VIEJO, TAN SABIO.

Imagen<sup>190</sup>



Etimológicamente, del sánscrito: *manda*, esencia y *la* finalización, concreción; literalmente: *concreción de la esencia en sí*.

También mandala significa círculo, en especial *círculo sagrado*. Representación de *lo infinito* –no tiene principio ni tiene final- y de *equilibrio* – todos sus puntos equidistan del centro. No debe pensarse que la representación plástica del mandala sea propia sólo de hinduistas y budistas. Ellos solamente han elaborado con mayor precisión una intuición antiquísima de origen asirio-babilónico. Es ante todo un *cosmograma*, una proyección geométrica del universo entero en

su esquema esencial, en su proceso de emanación y reabsorción (los días y noches de Brahma).

El hombre tiene en el centro de sí mismo el principio recóndito de su propia vida y el universo mismo, la esencia misteriosa, el punto luminoso de consciencia del que irradian las facultades psíquicas. Él tiene la vaga intuición de esa luz que podría brillar dentro de sí, expandiéndose y propagándose hacia planos espirituales. (Revista Alcione.)<sup>191</sup>

Desde el análisis psicológico, el mandala posee:

1. *Un centro*, a partir del cual el espacio se organiza.
2. *Partes complementarias*, formas, colores alrededor del centro. El secreto de la profunda armonía del mandala reside en la *complementariedad* y no en la simetría que empobrece y paraliza.
3. *Puertas*. Las puertas se abren o se cierran. Un recinto cuadrado es a la vez imagen de protección y acogida. “Simbolizan el factor esencial de toda existencia: *la organización*. Son la expresión del paso de la confusión al orden, del caos al cosmos.”<sup>192</sup>

<sup>190</sup> Vajravahni Abhibhava Mandala phag-mo mngon-'byung-gi dkyil-'khor Central Tibet, 14th century.

<sup>191</sup> <http://www.alcione.cl>

<sup>192</sup> Flak, Michelin – De Coulon, Jacques. 1997. Niños que triunfan: el yoga en la escuela. Chile. Editorial Cuatro vientos.

## EXPRESIÓN DE ARQUETIPOS QUE SE REPITEN EN DISTINTAS CULTURAS, FUERA DEL TIEMPO.



Imágenes<sup>193</sup>

En nuestro país una de las artistas plásticas que se ha destacado pintando mandalas es Agó Páez Vilaró, quien se describe así:

“Desde niña, trabajo en el atelier de mi padre, Carlos Páez Vilaró, recibiendo de él mis primeras enseñanzas. Luego profundizo en el arte y perfecciono mi trabajo en diferentes ateliers. Fue en realidad el pájaro, la mariposa, el viento, el agua que corre por los arroyos, el sol y las estrellas quienes me guiaron en mi camino del arte, y me transformaron. La naturaleza es mi gran maestra y tomo de ella sus movimientos, sus colores y sus formas, uniéndolos para realizar mis obras, inspiradas desde mi ser interno (...). Doy cursos a maestras y niños de todo el país, a jóvenes y adultos en Uruguay, Argentina y Brasil. Ayudando a equilibrar a las personas, enfocándolas a través de la técnica circular a concentrarse.”<sup>194</sup>

### ¿QUIÉN DIJO QUE LA NATURALEZA SE CENTRA?

Ilya Prigogine -al preguntarse ¿qué es lo que no sabemos?- sostiene que aun científicos como Einstein y Hawking esperan alcanzar la certeza de una descripción única geométrica del universo. No obstante, cada vez más nos encontramos con el elemento *narrativo*. Es inevitable pensar en *Sherezade* que interrumpía una historia para comenzar otra más bella aun. La naturaleza nos presenta también unas historias inscriptas dentro de otras: la historia cosmológica, la historia a nivel molecular y la historia de la vida y del género humano hasta llegar a nuestra historia personal. Y en cada nivel asistimos a lo nuevo, a lo inesperado.

¿Cómo encajan los sistemas narrativos con los deterministas de Newton y Einstein? – pregunta Prigogine-. Ya que el aumento de la entropía está unido a un desorden en aumento, ¿cómo podría generar estructuras tan complejas como la vida y en especial la vida humana? Tomando como ejemplo a la ecosfera, aparecen nuevas estructuras en los campos de “bifurcación”. Así se habla de una “*auto-organización*” que conduce a la formación de estructuras “*disipativas*”. Este es el papel constructivo de la

<sup>193</sup> Agó Páez Vilaró. <http://www.agopaez.com/mandalas3.htm>

<sup>194</sup> Agó Páez Vilaró. Buscando mi estrella. <http://www.agopaez.com/principal.htm>

irreversibilidad temporal. Lejos de una posición de equilibrio la materia adquiere nuevas propiedades que permanecen ocultas mientras atendemos sólo a la estructura.

La vida se mantiene y evoluciona mediante la “auto-organización” pudiendo formar productos complejos de alta precisión, eficacia y rapidez.

“Estamos redescubriendo el tiempo, pero es un tiempo que, en lugar de enfrentar al hombre con la naturaleza, puede explicar el lugar que el hombre ocupa en un universo inventivo y creativo.”<sup>195</sup>

---

<sup>195</sup> Prigogine, Ilya. ¿Qué es lo que no sabemos? Aparte Rei Revista de Filosofía 10.  
<http://Serbalpntic.mec.es/AparteRei/>

## FUENTES

- Aristóteles. De Anima. 1967. Barcelona. Ediciones Aguilar.
- Bentos-Pereira, Alba. Centro Universitario de Los Lagos. Dpto. de Ciencias de la Tierra y la Vida. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. Entrevista realizada por Martha Nalerio y Liliana Bardallo. Abril, 2008.
- Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.
- Capra, Fritjof. 1998. El punto crucial. Bs. As. Troquel.
- Capra, Fritjof. 1998. La trama de la vida. Barcelona. Anagrama.
- Descartes. 1945. El discurso del método. Bs. As. Editorial Thor. SRL.
- Echeverría, Javier. 2003. La revolución tecnocientífica. España. Fondo de Cultura Económica.
- Eco, Umberto. 2005. Historia de la belleza. Italia. Ediciones Lumen.
- El Correo de UNESCO. Set. 1972. *La evolución del hombre*.
- El planeta azul Posted by VoF at Agosto 30th, 2006.
- Evans, Richard. 1968. Conversaciones con Jung. Madrid. Guadarrama.
- file:///J:/Gaudi/Teor%C3%ADa\_del\_caos-FRACTALES.htm.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_del\\_Caos](http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_Caos)"
- Flak, Michelin – De Coulon, Jacques. 1997. Niños que triunfan: el yoga en la escuela. Chile. Editorial Cuatro vientos.
- Grinberg, Miguel. 1999. Cartas por la tierra. Cacique Seattle. Argentina. Errepar editores.
- Hott, Ewaldo y Gutierrez, Pablo. Introducción al mundo fractal: matemáticas. [www.sectormatematica.cl/fractales/fractales.pdf](http://www.sectormatematica.cl/fractales/fractales.pdf)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Kepler2.gif>
- <http://www.lenguajeescrito.org/averroes/html/adjuntos/2008/02/06/0001/pintumate/fractal.htm>
- <http://www.taringa.net/posts/imagenes/806105/Carta-del-Jefe-Seattle>
- Huxley, Aldous. 1967. La Filosofía perenne. Bs. As. Editorial Sudamericana.
- Iglesias, Mercedes. 2006. Echeverría-tecnociencia. Departamento de Ciencias Humanas. Facultad Experimental de Ciencias Universidad del Zulia.
- Jock Cooper. Fractal Recursions. Moca. Museum of Computer Art. <http://www.fractal-recursions.com/>
- Maturana, Humberto. 1996. La realidad ¿Objetiva o construida? Universidad Iberoamericana. Antrophos.
- Prigogine, Ilya. ¿Qué es lo que no sabemos? Aparte Rei Revista de Filosofía 10. <http://Serbalpntic.mec.es/AparteRei/>
- Prigogine, Ilya. Ciencia y azar. Entrevista realizada por Christian Delacampagne, "Recherche" (1985).
- Revista Alcione. <http://www.alcione.cl>
- Ross, W. D. 1957. Aristóteles. Bs. As. Sudamericana.
- Toulmin, Stephen y Goofield, June. 1963. La trama de los cielos. Bs. As. EUDEBA.
- Video: La dama en el agua. 2006. Director: Night Shyamalan.
- Video: Más allá de los sueños. 1998. Director: Vicent Ward.



## Capítulo VIII.

### EN BUSCA DE LA UNIFICACIÓN CIENTÍFICA.

#### INTRODUCCIÓN.

La aventura del conocimiento humano ha llevado a las ciencias a pasar por varias etapas de certezas y dudas que la ha enfrentado a cuestionamientos de tipo filosófico, inaceptable para unos y sorprendentes para otros que han buscado en el conocimiento científico la certeza última de lo que es la realidad. No obstante, han pasado y se disputan muchas teorías esta posibilidad en medio de conflictos en apariencia insolubles, tanto a nivel científico como epistemológico. El viejo sueño positivista y también de Einstein vive y lucha.

Algunas posturas epistemológicas han tratado de dar luces y sombras a esta cuestión. Popper, con el que muchos físicos dicen sentirse identificados, plantea que mientras no sean falsables, si guardan coherencia interna, las teorías son válidas. Para Kuhn es cuestión de paradigmas, modelos que guardan cierta coherencia interna permitiendo la práctica que corrobora la investigación, pero que entre sí son inconmensurables. “Siguiendo a Kuhn, se sostiene el argumento de que el cambio que sigue la actividad científica surge de las anomalías implícitas en el paradigma que guía a la ciencia, su aceptación se presenta a través de factores sociales, tales como los acuerdos entre científicos. Esta incursión de lo social en aspectos epistemológicos para aceptar los cambios da paso a los estudios del *Programa Fuerte de la Sociología del Conocimiento Científico* a partir de las propuestas de Barry Barnes en 1974 y David Bloor en 1976. (...) Para Bruno Latour (1992) ante la negociación existe la posibilidad de cambios en el conocimiento aceptado, es decir una negociación busca tener y mantener una representación adecuada que corresponda a la coherencia interna del conocimiento aceptado. Este esfuerzo busca establecer cierta objetividad en el conocimiento aceptado a través de la Teoría de Red de Actores la representación es una parte de la relación y no un determinante para lo que se considera como conocimiento.”<sup>196</sup>

Mientras Ian Hacking desde su realismo epistémico, afirma que muchas entidades teóricas realmente existen, lo que significa que hay un nivel ontológico real al cual ellas pertenecen. Que tales entidades son reales independientes de la teoría que las postula, es decir, aunque ninguna teoría la postulara. La idea es que la manipulación por parte de la experimentación es posible entre otros factores por la teoría, y es un criterio efectivo de existencia real de las entidades manipuladas.

---

<sup>196</sup> Vargas Anguiano, Adrián. Universidad de Guanajuato, Profesor de la Facultad de Química y la Facultad de Filosofía. <http://www.revistaequim.com/numeros/15/rosy/rosy.htm>

Para Fayarabend la ciencia es en definitiva ideología, imposibilitando una racionalidad universal. Defiende firmemente el valor de la inconsistencia y la anarquía en la ciencia, de las cuales -afirma- ha derivado la ciencia todas sus características positivas, y sostiene que una combinación de crítica y tolerancia de las inconsistencias y anomalías, a la vez que absoluta libertad, son los mejores ingredientes de una ciencia productiva y creativa.

Los cuestionamientos están presentes en la ciencia. Ilya Prigogine se pregunta “¿Qué es lo que no se? Esto me hace pensar en otra pregunta, que se puede considerar complementaria: ¿qué es lo que se? Mi respuesta a esta pregunta está clara: muy poco. No digo esto por modestia excesiva, sino por una convicción profunda: nos encontramos al final de esa era de la historia de la ciencia que se abrió con Galileo y Copérnico, un período glorioso en verdad, pero que nos ha dejado una visión del mundo demasiado simplista. La ciencia clásica enfatizaba los factores de equilibrio, orden, estabilidad. Hoy vemos fluctuación e inestabilidad por todas partes. Estamos empezando a ser conscientes de la complejidad inherente del universo. Esta toma de conciencia, estoy seguro, es el primer paso hacia una nueva racionalidad. Pero sólo el primer paso.”<sup>197</sup>

Analizado por los propios físicos, examinan como desde principios del siglo XX sucedieron grandes revoluciones que produjeron profundos cambios en nuestro entendimiento de la Naturaleza, empresa que está lejos todavía de darse por concluida. Terminaba una etapa de ciencia normal, de paradigmas newtonianos mecanicistas, debido, entre otras cosas, a la crisis que produjo la imposibilidad de explicar la estabilidad de los átomos. Surgió así la Mecánica Cuántica, gracias a Neils Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger y muchos otros, con una estructura matemática novedosa en la física y la capacidad para explicar fenómenos hasta el momento inexplicables.

“Simultáneamente, las mediciones de la velocidad de la luz realizadas por Michelson-Morley motivarían a Albert Einstein a relajar las hipótesis sobre el espacio y tiempo que caracterizaban al paradigma newtoniano a fin de mantener como principio fundamental de la naturaleza el de la equivalencia de los sistemas de referencia inerciales. Estos eran los comienzos de la teoría de Relatividad Especial, que luego sería extendida por el mismo Albert Einstein a fin de resolver la inconmensurabilidad de la hipótesis de acción a distancia instantánea, que la teoría de Gravitación de Newton requería, con su exitosa teoría de Relatividad Especial. Así, comenzaba la otra gran revolución científica del siglo XX, la teoría de Relatividad General y la Mecánica cuántica son consideradas aún los pilares de la física teórica y sus predicciones han sido confirmadas con una precisión insospechada cuando se las aplica en sus respectivos campos de acción. Ambas representan cambios fundamentales respecto del paradigma de los siglos XVIII y XIX, pero en maneras diferentes. El problema es que mientras la teoría cuántica cambió radicalmente la idea previa sobre la relación entre el observador y lo observado, mantuvo las ideas sobre el espacio y tiempo de la teoría clásica. A su vez, la Relatividad General cambió radicalmente los conceptos de espacio y tiempo, pero mantuvo la relación entre observador y observado de la física clásica. Es decir, cada teoría parece mantener ciertas hipótesis que la otra contradice. Esta inconsistencia se niega a tener,

<sup>197</sup> Prigogine, Ilya. ¿Qué es lo que no sabemos? Forum filosófico de la UNESCO, 1995. Revista REI de Filosofía.

hasta el momento, una solución completamente satisfactoria y es para los estudiosos de la física teórica el problema de mayor envergadura y más desafiante de la física teórica contemporánea (...).<sup>198</sup>

Por su lado el físico cuántico David Bohm, colaborador de Albert Einstein, expresa que nuestra visión del mundo y de la realidad obedece a nuestra visión fragmentada, es decir que la convención social y el sentido común nos hace percibir el mundo como algo fragmentado, esto se refleja también en las formas científicas de interpretarlo, lo que hace que lejos de ser “objetivos” confundamos el contenido de nuestros pensamientos con el mundo en sí. Reconociendo esta falencia igual –sostiene-, no podemos prescindir de tener un concepto global del mundo a través de la ciencia. “Mi sugerencia es que cada etapa del propio orden con el que opera la mente requiere una comprensión global de todo lo que se conoce, no sólo en términos formales, lógicos y matemáticos, sino también intuitivamente, en imágenes, sensaciones, uso poético del lenguaje, etcétera. (Quizá podríamos decir que esto es lo que relaciona armónicamente el “lóbulo izquierdo” con el “lóbulo derecho”)”<sup>199</sup>

---

<sup>198</sup> <http://www.freewebs.com/crichigno/physics.htm>.

<sup>199</sup> Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.

## DISTINTOS MUNDOS POSIBLES.

Son varios los **modelos** a través de los que se intenta unificar las distintas teorías que describen el mundo macro y micro.

- Newton unificó las concepciones de Copérnico, Galileo y Kepler, estableciendo las leyes físico matemáticas que permiten unir la física celeste con la terrestre, sueño perseguido por Galileo.
- Otro de ellos es el que permite incorporar el problema de la "Gravedad Cuántica".
- Así mismo, la teoría "bootstrap" abandonando la idea de ladrillos fundamentales de materia, rechaza cualquier entidad fundamental -constantes fundamentales, leyes o ecuaciones-. Ve al universo como una red dinámica de eventos interrelacionados. Ninguna de las propiedades de alguna parte de esta red es fundamental; todas se siguen de las propiedades de otras partes y la consistencia global de sus interrelaciones determina la estructura de la red completa. La teoría "bootstrap" guarda cierta similitud con la "teoría del orden implicado" que planteó David Bohm, -físico contemporáneo de Chew- quien recibió la influencia del filósofo indio Krishnamurti: "(...) *ambos enfoques, basados en una visión del mundo como red dinámica de relaciones; atribuyen un papel central al concepto de orden; utilizan matrices para representar el cambio y la transformación y, la topología para clasificar las categorías de orden, lo cual podría permitir su posible fusión en un futuro*". (Capra 1994).<sup>200</sup>
- Otro es la Teoría de las cuerdas. La teoría de las cuerdas y supercuerdas, como uno de los modelos pretendientes a la unificación de la teoría cuántica con la de la supergravedad, -teoría general de la relatividad- es también consecuencia de la búsqueda histórica de la comprensión de la realidad.<sup>201</sup> Así mismo, se denomina Teoría de gran unificación a "cualquier clase de teorías que unifican las fuerzas electromagnéticas fuertes y débiles en un mismo marco teórico dentro de la Mecánica cuántica".<sup>202</sup>

Estamos no sólo ante diferentes modelos físico - matemáticos, sino también ante lenguajes metafóricos que nos dejan azorados con propuestas de mundos insólitos, y ante la pregunta ¿qué tienen que ver con nuestra realidad cotidiana? parecen más vinculados a la ciencia ficción y la nuestra parece una realidad deslucida. ¿Cómo hacen los científicos para distinguir como aun pretenden muchos, separar la ciencia de la filosofía? En ocasiones parecen ir de la mano.

"Sin embargo, cuanto más exploramos el universo, más nos topamos con el elemento narrativo, presente en todos los niveles. Es inevitable pensar en Sheherezade, que sólo interrumpía una historia para empezar otra más hermosa si cabe. También la naturaleza nos presenta una serie de narraciones inscriptas unas dentro de otras: la historia cosmológica, la historia a nivel molecular y la historia de la vida y del género humano hasta llegar a nuestra propia historia personal. En cada nivel asistimos al surgimiento de lo nuevo, de lo inesperado."<sup>203</sup>

<sup>200</sup> Capra, Fritjof. 1998. La trama de la vida. Barcelona. Editorial Anagrama.

<sup>201</sup> Hawking, Stephen. "Teoría de la física en que las partículas son descritas como ondas en una cuerda. Une la mecánica cuántica y la relatividad general. También es conocida como teoría de supercuerdas". En *El Universo en una cáscara de nuez*.

<sup>202</sup> Hawking, Stephen. 2003. El Universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica.

<sup>203</sup> Prigogine, Ilya. ¿Qué es lo que no sabemos? Conferencia en Forum Filosófico de la UNESCO, 1995. REI. Revista de Filosofía.

La ciencia a través de distintas sintaxis de la lengua materna nos presenta relatos de la realidad. ¿Qué hace a uno más aceptable que otro? ¿La aceptación de la comunidad científica, una acomodación en el conocimiento, la intervención en la aplicación práctica? ¿Cuál criterio de verdad entre los delineados en los diferentes modelos epistemológicos?

## ¿QUÉ NOS CUENTA LA HISTORIA?

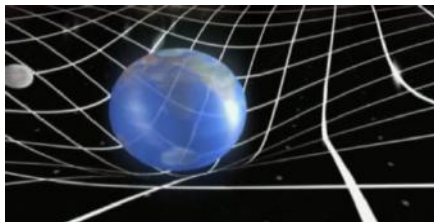
**Newton** unificó el conocimiento de lo terrenal y lo celestial con la Teoría de la Gravedad. Quien a pesar de describirla no sabía cómo funcionaba. Consideró que la misma fuerza que atrae a las manzanas, atrae a la luna a la tierra, provoca las mareas y nos mantiene en órbita alrededor del sol.

Con la aplicación de la mecánica clásica newtoniana se planearon y realizaron los viajes espaciales. Las Leyes de Newton del movimiento describen el movimiento de los cuerpos a partir del concepto de un espacio y un tiempo absolutos. Mantuvieron su validez hasta el descubrimiento de Einstein de la relatividad especial. (Aunque ambos modelos siguen vigentes según los ámbitos de la realidad a los que se apliquen).



**Einstein** trata de resolver lo que es la gravedad. Pone a la velocidad de la luz como el límite más allá de la cual no se puede viajar. Esta idea contradecía la mecánica de Newton. Según éste, si hubiera una destrucción del sol, los planetas saldrían de su órbita siguiendo una trayectoria rectilínea instantáneamente.

Einstein considera que no sería instantáneo ya que hasta que no llegue la oscuridad hasta cada planeta, viajando a la velocidad de la luz, éste seguirá en su órbita. Una explosión solar generaría una perturbación gravitacional, una onda en expansión que viajaría a la velocidad de la luz por el tejido espacio temporal –similar a la que se produce al tirar una piedra en un lago-, de modo que no percibiríamos un cambio en nuestra órbita hasta que esa onda llegue a la Tierra. No serían sucesos simultáneos.



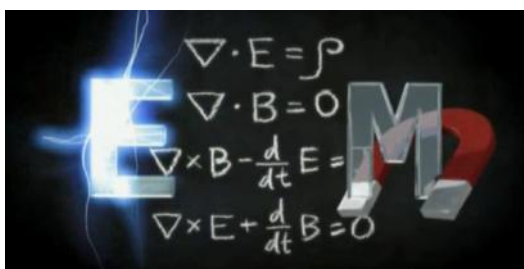
Sigue como Newton buscando la **unificación** de la física y crea a partir de un cálculo y descripción por la geometría de Riemann un modelo de tres dimensiones espaciales y el tiempo conjugándose como espacio-temporal, una especie de red elástica que se combe o estira según la atracción de una masa, objetos pesados como los planetas o las

estrellas. Por lo tanto los planetas se mantienen en órbita por la deformación espacio –temporal que genera el sol. Así se aplica a todo el universo, según su **Teoría general de la relatividad**. De esa manera resolvió el conflicto con Newton acerca de la velocidad a la que se desplaza la gravedad. Permitted ver a la gravedad como curvaturas y pliegues espacio temporales.

**Einstein** pretendió unificar estas ideas con las otras que se investigaban en el momento, la **electricidad** y el **magnetismo**, que se estaban aplicando al telégrafo y al código Morse, pero si bien se sabía usar técnicamente, su explicación científica era una quimera.



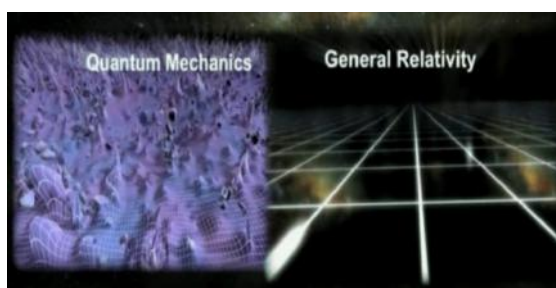
**Maxwell**, también buscaba la unificación de la electricidad y el magnetismo. A mediados del siglo XIX se observaba que la electricidad y el magnetismo se relacionaban de manera tan evidente en la naturaleza, como en grandes tormentas eléctricas se creaban fuertes campos magnéticos que impedían que las brújulas funcionaran de acuerdo a lo esperado, la aguja imantada giraba locamente. Algo que Samuel Morse utilizaba para el telégrafo, una señal eléctrica enviada por cables hacía que se recibiera a la distancia y decodificara. ¿Qué lo hacía funcionar? era un misterio para la ciencia. Así, cuando se trasmite una corriente de partículas con carga eléctrica se crea un campo magnético, efecto que se puede controlar empíricamente con una brújula.



En su búsqueda de explicación y simplificación matemáticamente **Maxwell** encuentra cuatro ecuaciones que simplifican y unifican a ambos en lo que denominó el **Electromagnetismo**. Con ello predijo que la autogeneración de campos eléctricos y campos magnéticos confluyen en la existencia de las ondas electromagnéticas.

Einstein lo consideraba un éxito de la ciencia. Por ende su empeño se orientó a unificar su teoría General de la relatividad con el electromagnetismo, pero vio que las diferencias superaban a las similitudes. Los experimentos sobre la luz de Michelson y Morley realizado en 1887 mostró que la velocidad de la luz es la misma en todos los sentidos y siempre constante, 300.000 km/s, de ahí que Einstein considere el viejo concepto del éter de los físicos del siglo XIX concebido como una base material para las ondas, inconsistente. La velocidad de las ondas electromagnéticas, o la luz, es siempre la misma, y no importa que la fuente o el observador estén en movimiento. Así “no sólo se derrumba el concepto del éter, sino que la concepción mecánica y la del campo se contradecían entre sí. Los experimentos habían revelado incongruencias aparentemente irrelevantes en la imagen científica del mundo.”<sup>204</sup>

Hasta los últimos momentos de su vida buscó las fórmulas matemáticas que le develaran esa unidad y orden del universo. “Dios no juega a los dados”. Si en su teoría la Gravedad y el electromagnetismo tienen la misma velocidad: la de la luz, pensaba que podría existir una especie de simetría subyacente. Pero al estudiarlas Einstein descubrió que las diferencias superaban sus similitudes.



Hoy en día esa es la meta también de la **Teoría de las cuerdas**, explicar desde lo más micro a lo más grande del universo a través de la teoría cuántica. El problema que se presenta es que la gravedad es una fuerza muy débil frente a la fuerza electromagnética. Frente a átomos individuales, la gravedad es muy pequeña.

<sup>204</sup> Infeld, Leopold. 1973. Einstein, su obra y su influencia en nuestro mundo. Bs. As. Editorial La Payade.

Entre los años 20 y 30, el danés Niels Bohr, siendo un estudiante adelantado, presenta a Einstein sus investigaciones sobre el átomo de hidrógeno, quien apoya y estimula su trabajo señalándolo ante sus colegas. El modelo atómico de Bohr partía conceptualmente del modelo atómico de Rutherford y de las ideas sobre cuantización (cuantos de energía) que habían surgido unos años antes con las investigaciones de Max Planck y Albert Einstein y constituyó una de las bases fundamentales de la mecánica cuántica. Explicaba la estabilidad de la materia y las características principales del espectro de emisión del hidrógeno. Sin embargo no explicaba el espectro de estructura fina que algunos años más tarde fue explicado gracias al modelo atómico de Sommerfeld. Históricamente el desarrollo del modelo atómico de Bohr junto con la dualidad onda-corpúsculo permitiría a Erwin Schrödinger descubrir la ecuación fundamental de la mecánica cuántica. Estos aportes a la mecánica cuántica permiten describir el mundo subatómico, donde la dualidad onda corpúsculo trastoca el universo ordenado y predecible de Einstein, mostrando un mundo donde reina la probabilidad.



La mecánica cuántica muestra que la gravedad y el electromagnetismo no eran las únicas fuerzas, encuentran: **S: la fuerza nuclear fuerte**, que funciona como el pegamento, lo que mantiene unidos neutrones y protones, y **W: la fuerza nuclear débil**, que permite que los neutrones se transformen en protones emitiendo radiación. Así en una bomba atómica se libera la fuerza nuclear fuerte que al dividir al átomo emite una fuerza de radiación. Luego se mide con la fuerza débil la radiación que sigue quedando residual afectando por ejemplo, al sano desarrollo de la vida como son las experiencias en Hiroshima, Nagasaki, Chernovil, y otras no divulgadas.

**Schrödinger** acerca de la naturaleza de los “modelos” plantea: “De hecho, no hay observación alguna relativa a la forma geométrica de una partícula ni de un átomo (...) optamos por decir *adecuados* en lugar de *verdaderos*, porque, para que una descripción sea *capaz* de ser verdadera, tiene que ser capaz de admitir una comparación *directa* con los hechos reales. Y eso no suele suceder con nuestros modelos. Pero recurrimos a ellos, para deducir de ellos características observables. Son éstas las que constituyen la forma permanente de organización del objeto material, y generalmente nada tienen que ver con “pequeñas partículas de material que constituyen el objeto”.<sup>205</sup>

¿Dónde encaja la gravedad de Einstein en la teoría cuántica? ¿Cómo se combinan la Relatividad General y la Mecánica cuántica? ¿Son conmensurables? la Teoría de las cuerdas considera que las reúne. Y hay quienes se preguntan si es ciencia o filosofía.

## ¿11 DIMENSIONES Y UNIVERSOS PARALELOS?



¿De dónde salió esta teoría?

Aunque se persigue la teoría del todo, la gravedad sigue resistiéndose a una formulación cuántica. La primera formulación de una teoría de cuerdas se debe a Jöel Scherk y John Schwarz que en 1974 publicaron un artículo en

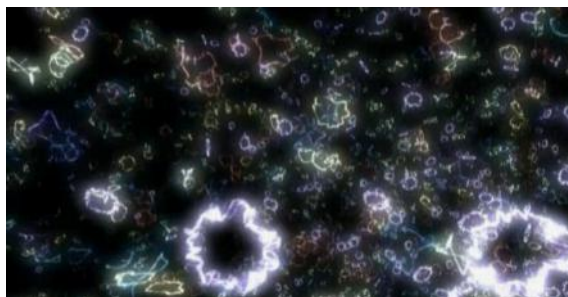
<sup>205</sup> Schrödinger, Edwin. 1985. Ciencia y humanismo. Barcelona. Pasquet editores.



el que demostraban que una teoría basada en objetos unidimensionales o "cuerdas" en lugar de partículas puntuales podía describir la fuerza gravitatoria. Esta idea no fue considerada hasta que en 1984 varios científicos comenzaron a investigar en esta dirección, convencidos de que la teoría de cuerdas era capaz de describir todas las partículas e interacciones elementales entre ellas.

Se describe un universo armónico (bello) compuesto por la música de las cuerdas posible de ser expresado matemáticamente, "casi" al estilo pitagórico, pues el matemático y filósofo griego no habría resistido la idea de la indeterminación, las probabilidades y los universos paralelos, antes habría adherido a Einstein.

Todo el universo compuesto por unos minúsculos hilos que vibran de diferente manera para formar todas las cosas en el universo. O sea que en lugar de pensar los elementos subatómicos como partículas puntuales, ejemplificados para su comprensión como bolas de billar, se los considera como partículas unidimensionales semejantes a cuerdas vibrantes, cerradas o abiertas, según el diseño de la teoría, que formaría diferentes tipos de partículas. Esto se da en energías muy altas del orden de Plank.



Siguiendo con el problema de la gravedad, solemos creer que ésta supone una fuerza descomunal pues mantiene unido a todo el universo, pero si la comparamos con el electromagnetismo no es así. Por ejemplo, si alguien cae de un edificio, ¿por qué no atraviesa el suelo y cae hasta el centro de la tierra?<sup>206</sup> La respuesta la da el electromagnetismo: todo lo que percibimos, desde nosotros mismos hasta el suelo, está compuesto de pequeñas partículas llamadas átomos. La capa externa de un átomo posee electrones con carga eléctrica negativa, de modo que cuando los átomos del desafortunado sujeto colisionan con los del suelo, éstos se repelen con tal fuerza que es capaz de resistir la fuerza de la gravedad de la tierra. La fuerza electromagnética es millones de veces superior a la de la gravedad. De ahí que unificar esos campos parecía imposible. La gravedad nos mantiene con los pies en la tierra y mantiene en órbita a los planetas, pero lo hace porque actúa con enormes masas.

Las teorías de Einstein y Maxwell no podían explicar estos fenómenos donde se tomaban en cuenta las relaciones de las partículas al interior de la materia. No se sabía cómo explicar lo que pasaba al núcleo que quedaba dividido en diferentes partes. La gravedad al interior del átomo es casi inexistente, sólo se torna evidente ante grandes masas, y el electromagnetismo tampoco explicaba lo que ocurría al interior del núcleo. Al no disponer de una teoría estos científicos se encontraban perdidos en un territorio tan poco familiar.

Hasta que a finales de los años 20 algunos físicos idearon una teoría llamada Mecánica cuántica<sup>207</sup> y fueron capaces de describir con detalles el terreno micro –imposible de

<sup>206</sup> Video: El universo elegante. La teoría de las cuerdas. El sueño de Einstein. NOVA. 2004.

<sup>207</sup> Hawking, Stephen. "Mecánica cuántica: Teoría desarrollada a partir del principio cuántico de Planck y del principio de incertidumbre de Heisenberg". En *El Universo en una cáscara de nuez*.

percibirse intuitivamente-. Pero con un inconveniente, la mecánica cuántica describió el mundo de una manera tan peculiar que hizo añicos la forma que hasta esa época se describía al universo. “Heisenberg observó que la hipótesis de Plank implica que cuanto mayor es la precisión con que intentamos medir la posición de una partícula, menor es la precisión con que podemos medir su velocidad, y viceversa.”<sup>208</sup>

Las teorías de Einstein describían un universo ordenado y previsible, en tanto Bohr y sus compañeros decían que el universo se comportaba de una manera azarosa. En el reino atómico de la mecánica cuántica reina la incertidumbre. Lo único que podemos hacer es predecir las posibilidades que existen entre un desenlace u otros, y esta peculiar idea abrió las puertas a una también peculiar realidad. Se mostraba tan inquietante que si se hiciera notar en nuestra realidad creeríamos que nos habíamos vuelto locos. Se trataría de un entorno en nada parecido a nuestro sentido de realidad, ni común, ni de la mecánica clásica. Durante más de 80 años la mecánica cuántica ha mostrado esta peculiaridad que en la intuición de nuestra rutina diaria no aparece.

### ¿DE QUÉ REALIDAD ESTAMOS HABLANDO?

Heisenberg en *El descubrimiento de Plank y la atomística* expresa: “Ciertamente, en la teoría cuántica la medición influye sobre el proceso atómico que se quiere medir, y no hay forma de separar plenamente este efecto. (...) Una descripción concreta de los procesos atómicos, tal y como eran las descripciones de la física hace



años, resulta imposible. No podemos concebir los fenómenos de la naturaleza a escala atómica tal y como lo hacemos para los que transcurren a escala normal. La aplicación de nuestros conceptos normales se ve limitada por las llamadas “relaciones de indeterminación”. No podemos predecir el desarrollo ulterior e un proceso atómico, sino tan sólo su probabilidad. No podemos fijar en fórmulas matemáticas sucesos objetivos, sino la probabilidad de que aparezcan ciertos fenómenos. No el hecho en sí, sino la posibilidad de que ocurra –la “potencia” que diría Aristóteles- están estrechamente sometidos a las rígidas leyes naturales. (...) En comparación con la física clásica, la teoría cuántica no quiere saber nada de la escisión del mundo en dos partes, propia de la filosofía cartesiana” La física nos obliga a pensar en determinadas zonas de comunicación, relacionadas entre sí con lo que Bohr denominó “complementariedad”.”<sup>209</sup>

Afirma Prigogine compartir con Popper, lo que escribió en su libro *“El Universo abierto. Un argumento para el Indeterminismo: “Considero tal determinismo laplaciano –por muchos que parezca confirmado por las teorías a primera vista deterministas de la física y por su maravilloso éxito- como el obstáculo más sólido y grave para la explicación y la defensa de la libertad, la creatividad y la responsabilidad humanas.”*<sup>210</sup>

<sup>208</sup> Hawking, Stephen. 2003. El Universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Editorial Crítica SRL

<sup>209</sup> Heisenberg, Werner. 1974. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.

<sup>210</sup> Prigogine. I. Forum filosófico de UNESCO, 1995.

“la teoría cuántica no admite las impresiones sensoriales como lo existente primariamente, que es lo que hace el positivismo. En la teoría cuántica, si hay algo que deba calificarse de primariamente dado, es la realidad, la cual sólo puede describirse con las definiciones de la física clásica.

Como la mecánica cuántica surgió en estrecha conexión con la teoría atómica, muchos la encuentran ligada a la filosofía que pone a la materia en el centro: los atomistas griegos tal como Schrödinger plantea, no obstante, Heisenberg encuentra que los rasgos que le dio Bohr le recuerdan mucho más a los métodos de la filosofía hegeliana”.<sup>211</sup>

En este posible entorno alocado de la mecánica cuántica, el observador incide en la



Imagen<sup>213</sup>

realidad que se torna posible de medida. “Cuando no observamos son ondas, cuando observamos es partícula. ¿Qué pasó con las otras posibilidades? No sabemos, puede que estén en universos paralelos. Pero sólo conozco uno, ¿y si no lo conozco, cómo se que están ahí? Es la magia de las matemáticas.”<sup>212</sup> Debemos tener cuidado antes de considerar que algo es erróneo, es decir, ¿puede ser falsable?

Se afirma que cuando se quiere entender a los átomos a escala intuitiva, se hace por la mecánica cuántica y que nunca se dieron datos erróneos en la experimentación en ésta.

Así, por ejemplo, se estableció que la gravedad y el electromagnetismo no eran las únicas fuerzas, se agregan dos fuerzas más: la **fuerza nuclear fuerte: S**, que actúa como un “pegamento” que mantiene unidos a protones y neutrones (ya que ahí la gravedad es inexistente), y la **fuerza nuclear débil: W** que permite que los neutrones se conviertan en protones emitiendo una radiación durante el proceso.

La fuerza de la gravedad quedaba ensombrecida por el electromagnetismo, y ahora por estas dos fuerzas nucleares: **fuerte** y **débil**. La forma intuitiva de captarlas fue en una explosión nuclear experimental en el desierto de Nuevo México, en 1945. En esa explosión los científicos liberaron la fuerza nuclear fuerte (**S**) la que mantiene unidos neutrones y protones en el interior del núcleo del átomo que libera una inimaginable energía destructiva. Aun hoy se pueden rastrear los restos de aquella explosión, por la fuerza nuclear débil (**W**), ya que es la responsable de la radiactividad que sigue siendo alta.

¿Qué pasa con la Teoría de la gravedad de Einstein? ¿Dónde encaja en el mundo cuántico, si es posible buscar la unificación de la física para explicar el todo?

Según la teoría cuántica, todas las fuerzas excepto la de la gravedad funcionan a escala atómica y subatómica. Si todas la leyes de la naturaleza se cumplen siempre, y la teoría de la gravedad de Einstein se cumple, las leyes de la mecánica cuántica también se cumplen, entonces tenemos varios “siempre”, varias “realidades”, varias visiones “objetivas”. Nadie podía combinar la teoría general de la relatividad con la mecánica cuántica ¿Tendremos que hablar de distintos paradigmas dentro de la física?

<sup>211</sup> Hawking, Stephen. 2003. El Universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Editorial Crítica SRL

<sup>212</sup> Dr. Alan Wolf In video: *What the bleep do we know?* Dir. Betsy Chasse. Mark Vicente, 2004.

<sup>213</sup> Capturada de *What the bleep do we know?* 2004. M.N.

Con la muerte de Einstein, se consideró que la búsqueda de la unificación sin él no sería posible.

En los años siguientes la física se dividió en dos:

1. La aplicación de la teoría general de la relatividad para objetos macros del universo, y
2. la mecánica cuántica para ocuparse de la investigación y manipulación de los objetos del mundo atómico y subatómico.

Había dos visiones epistemológicas, una consideraba que eran dos paradigmas y que cada uno funcionaba correctamente en su terreno; otra no lo podía aceptar, era como tenerlas cohabitando bajo el mismo techo, sin diálogo entre si.

## UN OSCURO PROBLEMA

Hay otro problema que requiere un tratamiento especial pues ninguna de las dos teorías podía resolver por completo: los agujeros negros.

Es el astrónomo de origen bávaro “Karl Schwarzschild quien consiguió explicar matemáticamente el fenómeno de los agujeros negros; para ello se apoyó en los estudios de relatividad que realizó Albert Einstein. A partir de ese estudio es que se crea la variable del radio de Schwarzschild el cual determina un radio de horizonte de sucesos en el que la masa de un cuerpo puede ser comprimida para formar un agujero negro”.<sup>214</sup> Comprende una curvatura espacio-temporal que produce una gravedad tal que ni la luz podía escapar, y una estrella así se volvería minúscula.

Entonces, para estudiarlos, ¿usamos la teoría general de la relatividad por la gravedad espacio – tiempo, o la mecánica cuántica por lo diminuto? Dado que el centro de un agujero negro es tan diminuto como pesado, parece necesario utilizar las dos mecánicas al mismo tiempo, es decir aplicar las fuerzas de la gravedad de Einstein, las fuerzas nucleares fuerte S y débil W, además del electromagnetismo.



Resurge así el sueño de la unificación de la ciencia para quienes el universo ha de tener un solo sentido. La teoría general de la relatividad es buena para tratar galaxias y estrellas, para la astrofísica, y éstas a su vez están compuestas de átomos –mecánica cuántica-.

Los defensores de la Teoría de las cuerdas consideran que han dado un paso para el tratamiento tanto de los objetos macro como de los de nivel micro: atómicos y subatómicos.



En lugar de minúsculas partículas microscópicas, la Teoría de cuerdas considera que todo en el universo está

<sup>214</sup> [www.cosmopediaonline.com](http://www.cosmopediaonline.com)

compuesto de unos minúsculos hilos de energía vibrante denominados “cuerdas”.

Una cuerda puede contornerse o vibrar de muchas maneras, mientras que un punto no, y las distintas vibraciones representan las diferentes partículas elementales, como la cuerda de un violín vibra de distintas maneras que constituyen sus notas, posee una gran energía unificadora. La unificación de fuerzas y partículas derivarían de las distintas vibraciones de la misma cuerda básica. Un concepto muy sencillo y muy discutido. Esta teoría es también muy polémica, las cuerdas, si es que existen, son tan pequeñas que lo más seguro es que nunca se puedan ver (como los átomos), es así que hay físicos que plantean que si no se pueden evaluar como las demás teorías, si no se logran con ella predicciones, estaríamos ante filosofía y no física. ¿O tal vez un espejismo de las matemáticas?

### **“UNA SINFONÍA CÓSMICA DE VIBRACIONES, UNIVERSOS PARALELOS Y 11 DIMENSIONES” ...<sup>215</sup>**

Ante la teoría del Big Bang se plantean varias cuestiones. Supone que una pequeña partícula estalló con violencia hace 14 millones de años y desde allí el universo se expandió. Si volvemos atrás como una película cósmica -todo lo que se expande se contrae-, el universo perdería su tamaño, aumentando su temperatura, pero al llegar al inicio, hay un problema, pues las dos grandes teorías de la física no se sostienen, la de Supergravedad (TGRelatividad) y la Mecánica cuántica. Algunos arriesgan preguntar qué pasaría si se combinan con la teoría de las cuerdas o supercuerdas?

Leonard Susskind es catedrático de Física teórica en la Universidad de Stanford. Entre sus múltiples contribuciones a la física destaca la teoría de las cuerdas y su aplicación al estudio de los agujeros negros. Susskind, además, se ha interesado en divulgar sus teorías a un público no especialista. Afirmo en una entrevista:

(...) “¿Qué había antes del Big Bang?

Punnet:

si es que hubo alguna cosa...

Susskind:

En realidad no lo sabemos con certeza. Algunos creen que no había nada, otros – entre los que me incluyo – creen que el Universo creció increíblemente rápido, en un proceso como el de hinchar un globo muy rápidamente, y esto se llama inflación. La inflación es la teoría que explica lo que sucedió antes de lo que sí explica la teoría estándar del Big Bang. ¿Pero qué pasó antes de eso? Bueno, no es seguro, pero...

Punnet:

Pero habría algo... quiero decir... había un cerebro cero, o ...

Susskind:

En algún momento, cuando retrocedemos, perdemos el conocimiento de las leyes de la

---

<sup>215</sup> Video: El universo elegante. La teoría de las cuerdas. El sueño de Einstein. NOVA. 2004.

naturaleza que nos pueden explicar un pasado tan lejano. Ahora tenemos ideas que nos llevan todavía más allá, incluso a un tiempo en que el Universo simplemente se estaba inflando muy rápidamente... pero ¿cómo llegamos allí? No lo sabemos. Mientras el Universo se estaba inflando rápidamente, creemos que se podría haber formado unas pequeñas burbujas, que a su vez empezaron a desarrollarse, y nosotros vivimos en una de esas burbujas. Y las burbujas son como las burbujas de cava. Sucedió lo mismo que sucede cuando se descorcha una botella de cava, y de repente...

Punset:

... zas, todo el universo, como el que parece que conocemos...

Sussking:

...de una de esas pequeñas burbujas que empezó a expandirse. Y seguramente nosotros vivimos en una burbuja así, pero es posible que haya muchísimas burbujas más en el exterior. Algunas son muy hostiles. ¿Cuál es la palabra adecuada? Letales, son letales para la vida. No se puede vivir allí, se expanden demasiado rápido, o son demasiado calientes o demasiado frías ... siempre hay algo que no está bien... (...)”<sup>216</sup>

Preguntar qué había antes es preguntarse por el tiempo. Hawking plantea en los orígenes una “singularidad”, es decir, no había tiempo pues éste como espacio-tiempo se genera con la gran explosión, no tiene sentido la pregunta ¿qué había antes del Big bang? Aquí se da la mano con el filósofo San Agustín, quien sostenía que antes de la creación no podía existir el tiempo.

Algunos físicos sostienen que no les gustaría pensar en algo que no tiene un principio, porque queda fuera de la investigación científica.

---

<sup>216</sup> Con Leonard Susskind. <http://www.rtve.es/tve/b/redes/semanal/prg342/entrevista.htm>

## ¿CÓMO VA EL SCORE?

Hasta el momento el esquema general plantea que todo desde un átomo a la materia se debe a estas fuerzas antes mencionadas:



**G** -La supergravedad (de Einstein)

- **S** -fuerza nuclear fuerte
- **W** -fuerza nuclear débil
- **EM** -electromagnetismo

En 1968 Gabriele Veneziano, buscaba una serie de ecuaciones que explicaran la fuerza nuclear fuerte **S** y en ese duro año de trabajo descubrió de manera fortuita la ecuación de Leonard Euler, matemático suizo, quien en 1777 simbolizó la raíz cuadrada de 1 con la letra “*i*” (inicial de “imaginario”). Dio también con el físico Leonard Susskind que bajo esos signos describía partículas que vibraban como un elástico. Con la cámara de gas se descubrieron nuevas partículas. Que la fuerza de la naturaleza se podría explicar mediante las partículas. Se les llamó partículas mensajeras, son fotones, dentro del electromagnetismo. La fuerza que sentimos depende la cantidad de partículas mensajeras que intercambiamos.

El Modelo Standard, que ganó el premio Nobel -reunía las fuerzas electromagnéticas, las fuerzas nucleares fuerte y débil y no incluía a la fuerza de la gravedad-, eclipsó a la teoría de las cuerdas.

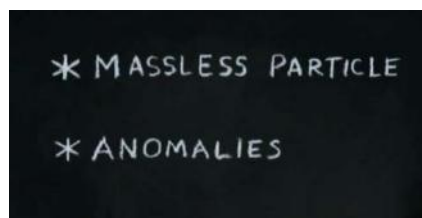


Los defensores de la Teoría de las cuerdas seguían investigando, pese a los problemas. Hablaban de una partícula llamada Taquión que viajaba a una velocidad mayor que la luz, lo cual requiere más de una dimensión. En 1973 pocos físicos jóvenes seguían con la Teoría de las cuerdas y hablan de una partícula sin masa que jamás se había logrado encontrar más que en las ecuaciones matemáticas.

La pregunta es si se encuentran ante una anomalía o una incongruencia matemática.

“(…) En física, a esas interpretaciones de los experimentos se les llama modelos o teorías y la aceptación de que todos los modelos y teorías son aproximados es algo básico en la investigación científica moderna. De ahí la frase de Einstein: “En lo que las leyes matemáticas se refieren a la realidad, no son ciertas; y en lo que son ciertas, no se refieren a la realidad”.<sup>217</sup>

Hasta ese momento no se les había ocurrido pensar en la gravedad, llegan al concepto del **Gravitón**, la partícula subatómica que podría explicar también la gravedad en el terreno cuántico. La comunidad científica lo ignora. John Schwarz y Michael Green no resolvían las anomalías matemáticas.



<sup>217</sup> Capra, F. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.

En 1984 reducen todo a un solo cálculo que unificaba todas las fuerzas en un marco más profundo. Ahí surge la Teoría del todo (Theory of everything). Se concibe que el universo sea una hermosa sinfonía cósmica.

$$S_g = \int d^4x \sqrt{-g} \left[ -\frac{1}{16\pi G} R - \frac{1}{4} F_{\mu\nu}^2 - \frac{1}{4} F_{\mu\nu}^2 - \frac{3k^2}{32\pi^2} F_{\mu\nu}^2 H_{\mu\nu}^2 \right]$$

$$H = dB + W_{2Y} - W_{3L}$$

$$S_A = dA + [A, A] \quad S_W = d\theta + [W, \theta]$$

$$S_B = -\text{tr}(A dA) + \text{tr}(W d\theta)$$

**GRAVITATIONAL ANOMALY**  

$$\left( \frac{D-43}{64} \right) \left[ \frac{1}{5070} \text{tr} R^4 + \frac{1}{4320} \text{tr} R^3 \text{tr} R^2 + \frac{1}{10368} (\text{tr} R^2)^2 \right]$$

$$n = 496$$

**YANG-MILLS ANOMALY**  

$$-\frac{1}{15} (p-32) \text{tr} F^4 - 15(p-2) \text{tr} F^2 (\text{tr} F^2)$$

$$p=32$$

$$n = \frac{1}{2} p(p-1) \text{tr} F^2 \Rightarrow n = 496$$

$$\Rightarrow n = \frac{1}{2} (32)(31)$$

Su punto débil es que ningún experimento puede comprobarlo, ni de energías tan diminutas, ni de fuerzas tan fuertes. Además, cuadrar sus complejas

ecuaciones supone más de un dimensión. Estamos acostumbrados a tres dimensiones para el espacio (las cartesianas) y una para el tiempo. Pero el concepto de dimensiones paralelas se remonta a un siglo. Un matemático alemán Theodor Kaluza “tuvo el valor de negar lo evidente”.<sup>218</sup>

“El matemático Theodor Kaluza en 1919 volvió a plantear la existencia de una nueva dimensión espacial totalmente ajeno a la labor pionera de Nordström. Kaluza escribió una carta a Einstein exponiéndole su teoría, aunque la respuesta tardó dos años en llegar aconsejando al fin su publicación en una revista científica. La razón subyacente de la propuesta es que, una vez considerada su curvatura para dar cuenta de la gravitación, ya “no da más de sí” para poder incluir a otras fuerzas de un modo similar.

“En aquel entonces sólo habían sido identificadas dos interacciones básicas: la gravitación y el electromagnetismo, que precisaría de una nueva dimensión para poderla explicar geoméricamente en base a curvaturas. En tal sentido, Kaluza había demostrado que las ecuaciones de Einstein, formuladas en cinco dimensiones, pueden dar lugar a la gravitación y al electromagnetismo cuando son contempladas desde cuatro. La quinta (extra) dimensión espacial se identificaba como un círculo de radio presumiblemente pequeño, “ortogonal” al subespacio tridimensional ordinario. Además, los signos positivo y negativo de la carga eléctrica se corresponderían con las dos posibilidades de recorrer el círculo: en el sentido de las agujas del reloj o en contra suya, lo cual añadía un atractivo teórico al formalismo. (...)

“En 1926 Oskar Klein, partiendo de las ideas de Kaluza, las cuales, pese a su carácter revolucionario se enmarcaban dentro de la física clásica, intentó proporcionarles un mayor significado físico aplicando la teoría cuántica. En consecuencia, obtuvo para la quinta dimensión un tamaño típico del orden de la longitud de Planck, es decir, extraordinariamente pequeño.”<sup>219</sup>

Las ideas se debaten al interior de la comunidad científica, y éste no está exento de conflictos que incluyen: ¿cuán aceptable a nuestra intuición es la realidad de la que hablamos, coinciden los cálculos matemáticos para dar veracidad al modelo, predice

<sup>218</sup> Video: Un universo elegante. Las cuerdas. Nova. 2004.

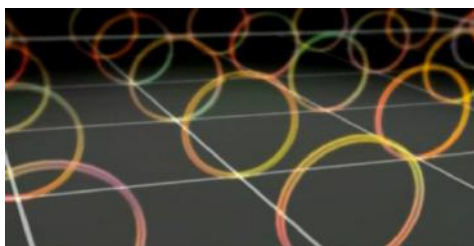
<sup>219</sup> Sanchis Lozano, Miguel Ángel. Revista electrónica de IFIC- <http://rei.ific.uv.es>



datos comprobables y aún, cuántos adeptos se tienen para continuar investigando en esa dirección?

“El paradigma actual de la física de partículas, el llamado Modelo Estándar, ha sido verificado con una extraordinaria precisión, aunque no resulte totalmente satisfactorio en algunos aspectos fundamentales. Una de sus pegas esenciales consiste en la imposibilidad de formular una teoría cuántica de la interacción gravitatoria en dicho marco. El proceso conocido como renormalización en teoría cuántica de campos, que permite obtener resultados finitos directamente comparables con las medidas experimentales, y que se aplica con sorprendente éxito a las otras tres fuerzas básicas de la naturaleza (débil, electromagnética y fuerte), pierde su validez al aplicarlo al dominio de la gravitación donde el papel de los campos clásicos es jugado por las coordenadas espacio-temporales.

En la búsqueda de un nuevo formalismo que pueda superar este grave inconveniente, la teoría de cuerdas (del inglés string theory) proporciona un esquema de trabajo adecuado y riguroso para incorporar los efectos gravitacionales cuánticos en una teoría de campos generalizada. Así, los elementos básicos de la materia –quarks y leptones- dejan de ser descritos como partículas puntuales, estando en cambio dotados de una cierta extensión espacial (aunque ciertamente minúscula). El origen de la teoría de las cuerdas data de los años 1970, al suponerse a los hadrones compuestos por quarks y/o antiquarks unidos por “cuerdas”, de modo que el espectro hadrónico pudiera interpretarse mediante sus modos de vibración, estiramiento, rotación, etc, como en el caso de las estructuras moleculares en relación con los átomos.” (REI)<sup>220</sup>



Estamos acostumbrados a tres dimensiones por el espacio y una más para el tiempo, pero ¿cómo sería esa nueva dimensión? Se puede hablar de diferentes formas de las dimensiones. Kalusa y Klein proponen una larga, extensa y otra que la envuelve como un cable, o diminutas y circulares como si envolvieran a

las primeras.

#### ¿CÓMO SERÍAN ESAS DIMENSIONES PARALELAS?

Esas pequeñas dimensiones que bordean a las otras son la base de la Teoría cuántica, pero a las que agregan unas más, 6 retorcidas y enrolladas entre sí. Dimensiones adicionales en el espacio que son iguales a las que vemos. Estamos hablando de 10 dimensiones.



#### ¿CÓMO PUEDEN AFECTAR A NUESTRA VIDA DIARIA?



Una cuerda vibra de un modo para crear un fotón, otra vibra de otro modo para un electrón y de alguna manera mantendrían la sinfonía del universo. Las cuerdas vibran y bailan de distintos modos formando las distintas formas de la naturaleza, desde las partículas subatómicas hasta las galaxias.

<sup>220</sup> REI- Revista del Instituto de Física Corpuscular 2005 rei@ific.uv.es

Los estudiosos de ésta teoría van construyendo varios modelos para ir explicando distintos aspectos de la realidad. El problema: Cinco teorías de cuerdas y todas aspirantes a ser la unificadora.

Otro problema que presentan es que para explicar los agujeros de gusanos de Einstein – Rosen, habría que rasgar el tejido espacial, y esto según Einstein no es posible, el tejido espacial se puede curvar y combar, encoger, pero nunca rasgar.

Según la teoría de las cuerdas, una cuerda se puede transformar en un tubo como un agujero de gusano atravesando el espacio-tiempo haciendo que se rasgara. Nos informa Hawking, se llama “Cuerda cósmica a un objeto largo y pesado de sección transversal diminuta que podría haber sido producido durante las etapas primitivas del universo. Actualmente, una cuerda cósmica podría atravesar toda la longitud del universo”.<sup>221</sup>

Si los agujeros de gusanos existieran, -plantea- determinaría si el sueño de Star Trek de viajar por los atajos de las deformaciones del universo podrá ser realizado.

Esta posibilidad remota presenta una visión del universo más extraño de lo que pensamos. Múltiples dimensiones, universos paralelos, es decir, nuestro universo puede ser una parte de algo mucho más grande.

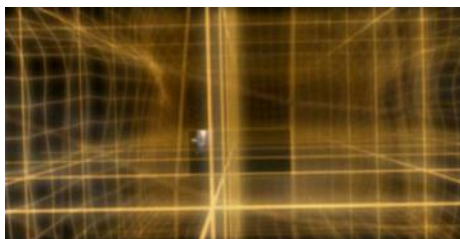
Eduard Witten un físico que en 1995 en una conferencia anual en California propuso que no hay 5 teorías distintas sino 5 enfoques de la misma cosa, era como estar en una sala de espejos. Formula la teoría **M**.

Antes de la teoría **M**<sup>222</sup> operábamos con 10 dimensiones: 1 – tiempo, 3 –espacio y 6 dimensiones más. Con la teoría **M** las cuerdas tienen que moverse en más de 3 dimensiones, necesitaban otra dimensión espacial, sumaban **11**.



Nos movemos en 3 dimensiones, nuestro cerebro evoluciona moviéndose en 3 dimensiones + el tiempo, no podemos imaginar las otras, entonces, ¿cómo podemos imaginar cómo son?

Se plantea que si hay 11 dimensiones, las cuerdas tendrán muchos menos límites, o más grados de libertad.



La **11ava. dimensión** que Witten había añadido parecía extenderse formando una especie de **membrana**.<sup>223</sup> Estas membranas podrían tener 3 o más dimensiones si contara con la energía suficiente, 1 de ellas podría alcanzar un tamaño gigantesco, puede que tan grande como nuestro universo.

<sup>221</sup> Hawking, S. 2003. El Universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica S.L.

<sup>222</sup> Hawking, S. Teoría que une las diversas teorías de supercuerdas en un solo marco. Parece tener once dimensiones espacio-temporales, pero todavía nos falta por comprender muchas de sus propiedades.

<sup>223</sup> Hawking. Llamado “Universo membrana: Superficie o membrana cuadrimensional en un espacio-tiempo de dimensionalidad más elevada”. En *El Universo en una cáscara de nuez*.

Parece muy barroco, además de cuerdas hay membranas, comenta S. Weiberg.

La existencia de membranas gigantes de dimensiones paralelas, ofrece una sorprendente posibilidad: nuestro universo podría estar dentro de una membrana alojado en un espacio mucho más grande de más dimensiones.

En el video: “Un universo elegante” usan la metáfora siguiente: sería como si viviéramos en una flauta de pan, nuestro universo sería una rebanada, no tendría nada de especial y además tendría muchos mundos vecinos no necesariamente como el nuestro.

“Sin embargo, desde una perspectiva positivista, no nos podemos preguntar ¿qué es la realidad, una membrana o una burbuja? Ambas son modelos matemáticos que describen observaciones, y tenemos la libertad de utilizar el modelo que más nos convenga. ¿Qué hay fuera de la membrana? Varias posibilidades (...)”.<sup>224</sup>

Es un misterio enorme de la ciencia moderna, pero tal vez ayude a resolver el misterio de la **Gravedad**. Han pasado más de 300 años desde Newton, y la gravedad que parece una fuerza muy poderosa para mantener unido al universo, hoy en día se la ve como una fuerza muy **débil**.

Se puede ejemplificar de la siguiente manera:<sup>225</sup> a pesar de que la gravedad atrae a las llaves, mi brazo y mi mano puede detenerlas por la fuerza electromagnética que es mil billones de billones de billones más fuerte (1 con 39 ceros detrás). Se dice que la gravedad ha engañado al mundo por mucho tiempo. ¿Por qué todo lo que cae no atraviesa el suelo y cae al centro de la tierra si es atraído por ésta? El electromagnetismo nos explica que todo lo que percibimos está compuesto por átomos, y la capa externa de un átomo posee una carga negativa, los electrones, que se repelen, de modo que, cuando los electrones -en una caída libre- colisionan con los del suelo, se repelen, y un pequeño trozo de suelo tiene la fuerza de detener la de la gravedad de la tierra impidiendo que siga cayendo. Parecen que se tocan pero nada se toca desde el punto de vista atómico. La gravedad podría ser explicada por la partícula sin masa que forma parte de las anomalías.

“La idea de dimensiones adicionales extensas resulta muy excitante para nuestra búsqueda del modelo o teoría última. Implica que vivimos en un universo membrana, es decir, una superficie o membrana cuadrimensional en un espacio-tiempo de dimensionalidad más elevada.

La materia y las fuerzas no gravitatorias, como por ejemplo la fuerza eléctrica, estarían confinadas en dicha membrana. Así pues, todo lo que no fuera gravitación se comportaría como si estuviera en cuatro dimensiones. En particular, la fuerza eléctrica entre un núcleo atómico y los electrones que giran a su alrededor disminuiría con la distancia en la forma adecuada para que los átomos sean estables frente a una posible caída de los electrones hacia el núcleo.

Ello concordaría con el principio antrópico según el cual el universo debe resultar adecuado para la existencia de vida inteligente: si los átomos no fueran estables, no estaríamos aquí para observar el universo y preguntarnos por qué es cuadrimensional.

En cambio, la gravedad, en forma de curvatura del espacio, permearía todo el volumen del espacio-tiempo de dimensionalidad superior. Ello significaría que se comportaría de manera diferente a las otras fuerzas que experimentamos: como la gravedad se

<sup>224</sup> Hawking, S. 2003. El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica S.L.

<sup>225</sup> El universo elegante. La teoría de las cuerdas. El sueño de Einstein. NOVA. 2004.

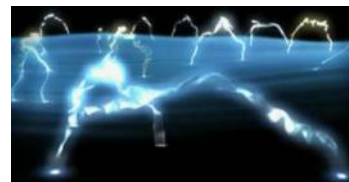
diseminaría por las dimensiones adicionales, disminuiría con la distancia más rápidamente de lo que esperaríamos".<sup>226</sup>

Si estas dimensiones adicionales llegan a otra membrana cercana a la nuestra, la gravedad no estaría tan libre, y así los planetas pueden mantenerse en su órbita.

## DE LA TEORÍA "M" SE DICE QUE ES BELLA O ELEGANTE.

### ¿QUÉ SIGNIFICA QUE ES BELLA?

No implica que los físicos estén haciendo uso de su subjetividad como si admiraran un cuadro, sino que reúne las siguientes cualidades esenciales:



1. Presenta una simetría unificadora.
2. Tiene la capacidad de explicar unos pocos fenómenos con unos pocos principios, es decir, con economía matemática.

Un ejemplo de ello es la ecuación de Einstein  $E=mv^2$  cumple las dos cualidades de belleza porque unifica la materia y la energía como manifestaciones de un mismo fenómeno.<sup>227</sup>

La teoría **M** Trata de cuerdas abiertas y no cerradas y que los extremos de cada una de ellas están sujetas a nuestra membrana tridimensional. Pero también existen cuerdas cerradas -como lo planteaban las teorías anteriores- y una de ellas es el **gravitón**. Al formar un círculo cerrado son libres de escapar a otras dimensiones.

El **gravitón** se presenta como tantos otros conceptos de la ciencia que son encontrados matemáticamente pero se ha necesitado tiempo para experimentarlos en la realidad. Los científicos experimentales en los aceleradores de partículas piensan que lo van a encontrar pronto.



Podría pensarse que es igual de fuerte la gravedad que el electromagnetismo, sólo que no podemos sentir su fuerza.

En el laboratorio Fermilab (EUA) hay un acelerador de partículas donde se investiga aplicando a los átomos de hidrógeno una

enorme descarga eléctrica, extraen sus electrones y lanzan los protones a gran velocidad por un túnel de 6 kms. de largo. Cuando se acercan a la velocidad de la luz se los hace colisionar con otras partículas que van en sentido opuesto, la mayoría de las colisiones son sólo laterales, pero en ocasiones se produce un impacto directo y su resultado es una lluvia de partículas subatómicas. Estos científicos tienen la esperanza de que entre estas partículas se encuentre una unidad de gravedad: el **gravitón**. Los gravitones, según la teoría de cuerdas, forman un círculo cerrado de modo que pueden flotar hacia una dimensión paralela. El mayor logro de estos experimentos sería tener una imagen de un

<sup>226</sup> Hawking, S. 2003. El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica S.L.

<sup>227</sup> <http://www.comunidadsmart.es>

gravitón en el momento de su fuga, cuando pasa a una dimensión adicional, donde se detecta paradójicamente por su misma ausencia. Este laboratorio no lo ha logrado aun.

En Suiza, la Organización europea para la investigación nuclear está creando otro laboratorio que pretende investigar también –entre otras- la existencia del gravitón. Será 7 veces más potente. Otra de las investigaciones versará sobre la **“Supersimetría”**. Supone que las partículas tales como **Electrones, Protones y Gravitones** poseen cada uno una contrapartida llamada partícula **S**, un componente más pesado.

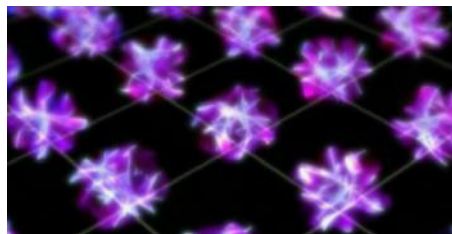
Demostrar la **Supersimetría** que predice la Teoría de las cuerdas sería de suma importancia. El problema es que de existir estas partículas **S**, serían tan pesadas que los aceleradores de partículas actuales no los detectan y las esperanzas están fijadas en esta futura instalación de Suiza.

Encontrar estas partículas no demostraría la Teoría de las cuerdas, pero indicaría a estos científicos que están en la pista

Muchos de ellos se preguntan, “¿y si no demostramos las partículas **S** ni las dimensiones paralelas, ni evidencias de membranas ni de cuerdas? ¿Indicaría que nada de esto es cierto? Sí, pero hay indicios de la lógica matemática de la Teoría de las cuerdas que indican que puede ser cierta y no un desperdicio matemático”.<sup>228</sup>

“Los modelos de universos membrana son un tema candente de investigación. Son altamente especulativos, pero ofrecen nuevos tipos de comportamiento que pueden ser sometidos a pruebas observacionales y podrían explicar porqué la gravedad parece ser tan débil. Podría ser que en la teoría fundamental la gravedad fuera muy fuerte, pero que su diseminación en las dimensiones adicionales nos la hiciera parecer débil a distancias suficientemente grandes en la membrana en que vivimos.”<sup>229</sup>

Se supone que las cuerdas son muy pequeñas, más diminutas que un átomo, así, no pueden verse directamente. Pero si no podemos observarlas quizás veamos sus huellas. Si estaban en los inicios del universo, lo más seguro es que dejaran rastros tras el Big Bang, donde todo eso se expandió, quizá se logren ver algunas huellas entre las estrellas.



(Existen dos laboratorios de aceleradores de partículas en la búsqueda de dimensiones adicionales y del gravitón. Uno es Fermilab, y el otro está en construcción, es de Unión europea en Suiza, mucho más grande. Allí se proyecta la búsqueda de la Supersimetría, partículas que dentro del átomo son más pesadas, llamadas **S**, protones, gravitones, electrones, tendrán su equivalente **S**.) **Como explicación a imágenes**

De existir estas partículas, serían tan extremadamente pesadas que los aceleradores de partículas actuales no las detectan. La nueva instalación de la Unión europea se dirige a ello.

<sup>228</sup> Video: El universo elegante. La teoría de las cuerdas. El sueño de Einstein. NOVA. 2004.

<sup>229</sup> Hawking, S. 2003 El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica S.L.

Encontrar las partículas S -que aparecen y desaparecen y tienen que ser captadas sus huellas en la propia fuga, así se espera del gravitón-, se dice, no demostraría la Teoría de las cuerdas, pero se indicaría que se está tras la pista correcta.

¿Qué criterio de demarcación se utilizaría para demostrar el acierto o el error de la Teoría de las cuerdas? ¿El falsacionismo? “Pero ¿qué es el concepto de falsación en Popper? consiste en: si conseguimos demostrar mediante la experiencia que un enunciado observable es falso, se sigue deductivamente que la proposición universal es falsa”.<sup>230</sup>

No obstante, en teorías de esta naturaleza, que abarcan desde lo micro en mecánica cuántica a lo macro en la Supergravedad, para tratar de comprender hasta el origen del universo postulando la pregunta: ¿acaso pudo existir siempre eso que explotó? es posible preguntarse: si es verdad que alcanzar la certeza de la existencia de las partículas S no demuestra la teoría sino que indica que se va por buen camino, el no encontrarlas ¿podría acaso falsar La teoría? No, se seguiría buscando, pues hay diversos ámbitos para su desarrollo.

Muchos de los elementos y conceptos hoy aceptados como verdades científicas surgieron como descripciones matemáticas que no eran observables y luego fueron constatadas pues se estaba atento para llegar a su encuentro –la teoría guiaba-, siguiendo esos cálculos históricos se dice que el Gravitón “está al caer”.

“La fundamentación de la refutabilidad como criterio lleva al desarrollo de una nueva concepción de ciencia y de teoría científica. Esto abre la racionalidad de las ciencias, a partir de Popper, a una racionalidad más amplia. El equívoco tiene un gran potencial de aprendizaje. El crear conocimiento, el producir conocimiento tiene la premisa de Ensayo-Error.”<sup>231</sup>

Hawking, uno de los científicos contemporáneos dedicados a la divulgación científica, expone: “Debo decir que, personalmente, me he resistido a creer en dimensiones adicionales. Pero como soy un positivista la pregunta “¿existen realmente dimensiones adicionales?” no tiene ningún significado para mí. Todo lo que podemos preguntar es si los modelos matemáticos con dimensiones adicionales proporcionan una buena descripción del universo. Todavía no contamos con ninguna observación que requiera dimensiones adicionales para ser explicada. (...) Pero lo que ha convencido a mucha gente, incluido yo, de que deberíamos tomarnos seriamente los modelos con dimensiones adicionales es la existencia de una red de relaciones inesperadas, llamadas dualidades, entre dichos modelos. Estas dualidades demuestran que todos los modelos son esencialmente equivalentes, es decir, son tan sólo aspectos diferentes de una misma teoría subyacente que ha sido llamada teoría M. No considerar esta red de dualidades como una señal de que estamos en buen camino sería como creer que Dios puso los fósiles en las rocas para engañar a Darwin sobre la evolución de la vida.”<sup>232</sup>

<sup>230</sup> Vásquez Rocca, Adolfo. Karl Popper; El principio de falsabilidad. Revista Observaciones Filosófica. <http://observaciones.sitesled.com/>

<sup>231</sup> Ibíd. Obra citada.

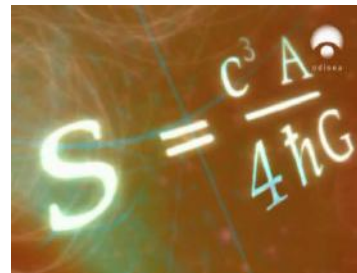
<sup>232</sup> Hawking, S. 2003. El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica S.L.

## LA PARADOJA DE HAWKING.

La pregunta es ¿y si el mundo fuera tan extraño que no pudiéramos entenderlo nunca y la ciencia fuera tras una quimera?

Hace más de 30 años Hawking estudiando los agujeros negros mantuvo que eran tan insólitos que era necesario utilizar muchas de las leyes de la física, desde la gravedad de Einstein hasta la cuántica de las partículas subatómicas. Así vio que las ecuaciones que gobiernan esto eran largas y complejas. La física teórica busca que el lenguaje matemático a través del cual se expresa sea simple.

Hawking logró resumirlo en una única ecuación, que contenía la G: gravedad, la C: de la velocidad de la luz y la fórmula de Einstein  $E=m.v^2$ . H: de la física cuántica y S: de la termodinámica.<sup>233</sup>



$$S = \frac{c^3 A}{4 h G}$$

Pensó que es una ecuación bella por su simplicidad por tanto debería verdadera. Pregunto: ¿No implica la antigua concepción de que Dios creó el universo con armonía y orden matemático y que la ciencia estaría entrando en la mente de Dios? Es una de las cosas que perturbó mucho a Kepler y Lavoisiere. ¿Quién les dio permiso para hacer eso?

Pero esta ecuación implicaba una paradoja, que llevó Hawking a enfrentarse con sus colegas durante 30 años. Decía que grandes trozos del universo están desapareciendo en un agujero negro. La S de la termodinámica sugería que el agujero negro irradiaba calor y se consumía. Pero cuando un agujero negro se consumía y desaparece se pierde la información. Esto no era aceptado por los otros físicos porque iba contra uno de los principios fundamentales de la física.

Según éstos, todo lo que hay en el universo está compuesto de partículas y la información que está en éstas nunca se pierde. Según la física cuántica se haga lo que se haga con un objeto siempre se puede recomponer la información de las partículas que lo componía. Quiere decir que si conocemos la información de un objeto, podemos reconstruirlo. En realidad, la conservación de la información, es uno de los principios más antiguos de la ciencia, no demostrable pero que hace posible que se pueda investigar hacia atrás y hacia delante en el tiempo. Es intocable, -podríamos decir desde la filosofía que es considerado ontológico-, no está expresado matemáticamente. Subyace a toda investigación científica que es la expresión racional de la investigación de la naturaleza. Por un lado puede ser considerado como el logos universal con sustento ontológico. Cosa que no forma parte del pensar de los científicos, se lo considera evidente. Otras veces como una racionalidad que está sostenida en la lógica y la sintaxis propia de la razón humana, es una idea muy kantiana, así lo ha expresado Hawking. No importa qué es lo que hay “ahí fuera” –el noúmeno podríamos atrevernos, “son modelos matemáticos que describen observaciones, y tenemos la libertad de utilizar el modelo que más nos convenga.” Los modelos matemáticos son el sostén de la racionalidad de la ciencia y es a su vez lo que le da su status.

<sup>233</sup> Video: La paradoja de hawking. BBC. 2005.

Entonces, poner en duda un principio básico subyacente con la paradoja de la información, es poner en duda a la propia finalidad de la ciencia. Generó mucho malestar en la comunidad científica.

Hay otro sostén importantísimo que es la conservación de materia y la energía en el universo, pero está sostenido por la fórmula de Einstein  $E=mc^2$ , unido a la idea de reversibilidad.

Así, si la paradoja de la información fuese cierta entonces, estaríamos perdiendo partes del universo. Además la previsibilidad desaparece, la causa y el efecto perdería su acción, significa que no podríamos fiarnos por las predicciones de la ciencia ni de nuestros recuerdos. Y todo lo que llegamos a conocer y amar desaparecería finalmente, porque todo ello comporta información.

En 1972 los astrónomos encontraron un agujero negro, luego miles. Al menos 100.000 millones, y uno de ellos en el centro de nuestra galaxia que la está aspirando.

Muchos físicos comenzaron la búsqueda para su refutación.

Sussking –antes mencionado en la teoría de las cuerdas-, estudió todo lo que había sobre agujeros negros. Encontró la idea de “horizonte de sucesos” de Hawking, quien decía que si algo llega al horizonte de sucesos cae en el agujero negro, se iría evaporando, quedaría convertido en neutrones, protones, destruida por completo.

Sussking sostiene que la misma ecuación dice que desde la perspectiva de la persona que hipotéticamente cayera en un agujero negro, observaría que no hay cambios de temperatura, ni nada y pasaría limpiamente por él. Es decir, que la misma ecuación podría estar viva y a la vez muerta. ¡Sorprendente!

Sussking intentó demostrar que eso podía ser verdadero. Entendiendo que la persona al llegar al horizonte de sucesos envía información hacia esa zona que la transforma en bidimensional y la devuelve como desintegrada, mientras que ella sigue igual. Como una imagen llevada a una pantalla de cine. Entonces, si miráramos bien lo que sucede en el horizonte de sucesos veríamos lo que sucede dentro de él. ¡La información no se destruiría! Muchos físicos trataron de demostrarlo matemáticamente. Así, todo volvía a su lugar, seguía existiendo la causalidad, nuestros recuerdos estaban a salvo, y hawking no tendría razón.

La comunidad científica no perdonó dos cosas a Hawking, que haya divulgado la ciencia a un público lego siendo una de las mentes brillantes de la física teórica –considerada ciencia dura para su status-, y que haya puesto sobre el tapete un supuesto que subyace a toda ciencia, cuestionándolo con una única ecuación matemática. Al propio Hawking lo incomodaba pues también ponía en aprieto su labor científica, pero tuvo el valor de mostrarlo al mundo. Su prestigio ante la comunidad quedó debilitado, así como su salud.

En 2003 continuó trabajando, quebrando siempre los pronósticos de sus médicos. Siguió disintiendo con Sussking y a la vez trabajando para demostrar que la información no se perdía. Admitió que la información no se perdía en los agujeros negros, pero también que su colega tampoco tenía razón, él tenía otra solución. La basaba en que *el universo en el cual vivimos sólo puede ser uno en un número infinito de universos*, cada uno de ellos con su propia historia diferente. En algunos existiría un agujero negro, en otros tal vez no. Para entender el efecto de un agujero negro tenemos que combinar todos los



universos paralelos. “Por tanto debe haber historias alternativas con o sin agujeros negros. La información se pierde en los agujeros negros pero se mantienen las historias donde no los hay. Los universos donde existen agujeros negros serían anulados por aquellos en que no existen y eso significa que la información no desaparece por la misma razón de que no existe un agujero donde quede atrapada. Si esperamos lo suficiente, sólo las historias sin agujero negro serán significativas. Básicamente la información se mantiene”.<sup>234</sup> Queda nada más que poder tomar información de esos universos paralelos. Pensando en la vida cotidiana en esos universos paralelos nos remitimos a la novela *Uno* de Richard Bach mencionada en otro capítulo.

Los físicos asistentes a la conferencia no estaban muy impresionados. Puede que de lo mismo que la explicación de Sussking o de Hawking sea la acertada, ambas son modelos y han de demostrarse matemáticamente; pero hay cosas que no se cuestionan, una es la conservación de la información.

Hawking sostiene: “A corto plazo no pienso detenerme, quiero comprender el universo y responder a las preguntas, es lo me hace seguir viviendo.”<sup>235</sup> ¿De dónde venimos? ¿Cómo se creó el universo?

La historia de la ciencia ha estado marcada por continuidades y rupturas, algunas de ellas inconmensurables, otras veces se ha seguido el ideal de la visión científica única de la realidad. Pero en medio de acaloradas y locas discusiones y propuestas, se mantuvo la búsqueda de una visión unificada de la ciencia, mucho antes del publicitado Círculo de Viena. El caso es que este capítulo sigue una de esas búsquedas. Desde Copérnico a Newton los científicos creyeron encontrar los fundamentos básicos del universo. Einstein renovó las ideas de espacio, tiempo y gravedad. La mecánica cuántica describió el funcionamiento interno de los átomos describiendo un mundo peculiarmente incierto con el que tenemos que lidiar comportamientos duales, con certezas y probabilidades. Es como ir descubriendo que la realidad está compuesta por delgadas capas y que se van des-velando, mostrando así diversas facetas desde la mirada a lo más pequeño: los átomos, a lo más grande: el universo. Así **la teoría de las cuerdas como parte de la Mecánica cuántica** tiene la pretensión de cumplir con el sueño de unificación de Einstein.

En medio queda el hombre y su conciencia, empecinado en tratar de comprender la realidad y su lugar en el cosmos. Como distinto de él con una visión antropocéntrica o quizás en un futuro –como lo propone Capra- como parte de él, descentrándose y poniendo a la naturaleza y a la tierra como centro.

Imágenes<sup>236</sup>

“En el siglo XXI ésta área de la física teórica se ha embarcado en el estudio de otra capa de cuerdas vibrantes, partículas S, universos paralelos y dimensiones



<sup>234</sup> Video: La paradoja de Hawking. BBC.

<sup>235</sup> Ibid. BBC science channel. Co-production.

<sup>236</sup> Capturadas de Videos: Capturadas El universo elegante. La teoría de las cuerdas. El sueño de Einstein. NOVA. 2004. – Y La paradoja de Hawking. BBC. M.N.

adicionales. Es un modelo sorprendente y dentro de unos años quizá los experimentos indiquen si está en lo cierto. Es un legado de la creatividad humana que ha partido de una serie de preguntas históricas, científicas.”<sup>237</sup> Y filosóficas.

No obstante, Popper seguía pensando en la separación entre el sujeto y el objeto, su tema ha sido el criterio ya no de verdad sino el de demarcación de lo que es ciencia y lo que no lo es. Hawking quien se define popperiano plantea que no importa si una teoría puede ser verdadera o no, sino si como modelos matemáticos dan una buena descripción del mundo.

Einstein había dicho que el elemento fundamental en su investigación científica era la imaginación, que le permitía tomar lo conocido como lo desconocido y pensarlo de manera novedosa, “soy lo suficientemente artista como para dibujar con mi imaginación. El conocimiento es limitado, la imaginación circunda el mundo”. Su pregunta desde que era adolescente era: ¿cómo vería el mundo si cabalgara en un rayo de luz?

A pesar de los cortes que hizo con sus colegas de la época resolviendo la supergravedad y el electromagnetismo a través de la eliminación del concepto de Éter tan caro a los científicos del siglo XIX, de retomar a Galileo y Newton, también dejados de lado por éstos, Einstein no adheriría seguramente a Paul Feyerabend quien se opone a la idea de que existan estándares invariables de racionalidad en cualquier campo, incluido el de la ciencia.

Éste afirma que es más bien el objeto de estudio de las ciencias el que determina el método apropiado o correcto en dicha disciplina. “No existen, según esto, principios universales de racionalidad científica; el crecimiento del conocimiento es siempre peculiar y diferente y no sigue un camino prefijado o determinado. Feyerabend defiende firmemente el valor de la inconsistencia y la anarquía en la ciencia, de las cuales -afirma- ha derivado la ciencia todas sus características positivas, y sostiene que una combinación de crítica y tolerancia de las inconsistencias y anomalías, a la vez que absoluta libertad, son los mejores ingredientes de una ciencia productiva y creativa.”<sup>238</sup>

Einstein seguía pensando en un universo ordenado y preciso, a pesar de los cambios que el provocó. “Dios no juega a los dados” decía, y ese era su mayor conflicto con la teoría cuántica el reino de las ambivalencias y la incertidumbre –aún siendo el protector de Bohr. Hawking quien se inspira en Einstein y Max Plank -entre otros-, responde: “no sólo juega a los dados, sino que los envía donde no se ven” refiriéndose a los agujeros negros.

Entonces, pensando en la otra propuesta del modelo matemático de la Teoría de las cuerdas, podemos preguntarnos ¿cómo pueden existir modelos tan disímiles sobre la realidad, que coexisten y pretenden a la vez ser unificadores? No podríamos aplicar la concepción de paradigmas de Kuhn, tal vez si las taxonomías.

<sup>237</sup> El universo elegante. La teoría de las cuerdas. El sueño de Einstein. NOVA. 2006.

<sup>238</sup> Vásquez Rocca, Adolfo. La Epistemología de Feyerabend; Esquema de una teoría anarquista del conocimiento. Revista Observaciones Filosófica <http://observaciones.sitesled.com/>

Podemos ensayar varias respuestas.

Una, que la realidad es tan vasta que no puede ser abordada desde una única óptica y que éstas tan diferentes para abordar lo micro, lo meso y lo macro pueden contradecirse. Otra, que también podrían ser complementarias.

Otro punto de vista concuerda con Feyrabend concibiendo que la combinación de crítica y tolerancia de las anomalías hacen de la ciencia un quehacer humano productivo y creativo, sin que tenga que estar sometido a una “objetividad” de la que no puede dar cuenta. La ciencia es también ideología.

Y otro es que la diferenciación entre sujeto y objeto no son tajantes como se pensó. Quien investiga forma parte de lo investigado. La conciencia humana es espejo del cosmos, y en ese espejo también se mira él mismo. Para Ficino y Pico Della Mirandola (principios del Renacimiento) el hombre es una cosa especial, no sólo está en este mundo sino que está *frente a este mundo*: no pertenece simplemente al mundo sino que es un mundo *para sí*. Hablan del *hombre universo*, el microcosmos. “En este sentido es sujeto frente al mundo dado objetivamente, es el ser contemplativo frente a todo lo demás que se ofrece como objeto de su contemplación. (...) Es el espectador que *valora* y siente ese conjunto”.<sup>239</sup> Así el *ser creador* del mundo está en el *ser espectador*. El hombre, el que llega a ser eligiéndose, se construye, construye el mundo y contempla su belleza. Su representación de la vida abarca un mundo, mucho más complejo que el que sospechaban Ficino y Pico della Mirandola.

Esta idea trae aparejada complejas derivaciones que expresa así Schrödinger: “(...) La supuesta brecha en la barrera entre sujeto y objeto”. Esta nueva forma de comprender el mundo es mucho más complicado que el esquema antiguo que denominé “la idea clásica de la descripción continua ininterrumpida” (...) ¿es quizás este nuevo aspecto el exponente, no de la naturaleza objetiva, sino del esquema de la mente humana, del nivel que nuestra comprensión de la naturaleza ha alcanzado por ahora?”<sup>240</sup>

Son niveles de representación de la realidad, del mundo, que la sintaxis de la lengua materna posibilita.

Pero hay muchas representaciones, no sólo muchas filosóficas y de filosofía de la ciencia, sino muchas científicas, que están estrechamente vinculadas a la tecnología, la economía y la política. Hoy los temas de epistemología se refieren a políticas científicas y tecnológicas. Los científicos conocen los intereses que impulsan o frenan sus investigaciones y sus repercusiones sociales. No se trata sólo de la realidad que está allí, sino de la que se crea.

En tanto Capra sostiene que “(...) Los patrones y los esquemas que los científicos observan en la naturaleza están íntimamente relacionados con los patrones y esquemas existentes en sus mentes, con sus conceptos, sus pensamientos y sus valores. Así, los resultados científicos que obtengan, y las aplicaciones tecnológicas que investiguen, estarán todos ellos condicionados por sus propias estructuras mentales. Aunque gran parte de sus detalladas investigaciones no dependerán explícitamente de su sistema de valores, la estructura más extensa dentro de la que se realiza la investigación, nunca será independiente de tales valores. Por ello, los científicos no sólo tienen una

<sup>239</sup> Goethuysen, 1975. Bernard. Antropología filosófica. Bs. As. Editorial Crítica.

<sup>240</sup> Schrödinger. 1985. Barcelona. Ciencia y humanismo. Pasquet Editores.

responsabilidad intelectual sobre sus investigaciones, sino también una responsabilidad moral.”<sup>241</sup> Planteo que lleva a otra percepción de la realidad.

Campbell afirma que la presencia de la palabra real tiene el peligro de confundir el pensamiento. Si se quiere conservar la claridad de pensamiento es necesario plantear el problema en términos de *objetivación*, más que en términos de objetividad.

Acordamos con Gastón Bachelard quien señala que es mejor hablar de una objetivación del pensamiento que una objetivación de lo real.

Lo real y la comprensión del mundo es una construcción humana en sus distintos niveles posibles dados por formas de pensamiento y de acción que la propia estructura evolutiva de la especie ha dado siguiendo una ruta evolutiva que ha sido adaptativa y eficiente. Esto es previo a la realidad y la hace posible, en tanto seres pensantes desde ciertas estructuras sintácticas que la evolución de nuestro cerebro nos da y el acuerdo colectivo social fue dando el ámbito estimulante para hacer y pensar. Posibilidades cualitativas que lleva a la neurociencia a preguntarse ¿dónde está la conciencia? ¿Tendrá un lugar físico?

Lo cierto es que el hombre es el existente que se pregunta por sí y su lugar en el cosmos y es a través de sus preguntas, sus búsquedas y respuestas en diversos ámbitos del conocer y el hacer que el Cosmos se hace consciente de sí mismo, como comprensiones diferentes y a veces disímiles.

***“Los filósofos son hartos avisados,  
pero les falta prudencia; los demás, o son  
ignorantes o pueriles. Creen que el puño  
vacío contiene algo real y que el dedo que  
señala es el objeto señalado.  
Agarrándose al dedo como si fuera la luna,  
todos sus esfuerzos se pierden.”***

***Shih-t'ou<sup>1</sup>***

242

<sup>241</sup> Capra, F. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.

<sup>242</sup> In Huxley, Aldous. 1999. La filosofía perenne. Bs. As. Editorial Sudamericana.

## FUENTES

- Vásquez Rocca, Adolfo. La Epistemología de Feyerabend; Esquema de una teoría anarquista del conocimiento. html
- Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Kairós.
- Capra, F. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.
- Capra, F. 1988. La trama de la vida. Barcelona. Editorial Anagrama.  
Con Leonard Susskind.  
<http://www.rtve.es/tve/b/redes/semanal/prg342/entrevista.htm>
- Hawking, Stephen. 2003. El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica. S.L.
- Heisenberg. 1974. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.  
<http://www.comunidadsmart.es>  
<http://www.freewebs.com/crichigno/physics.htm>.
- Infeld, Leopold. 1973. Einstein, su obra y su influencia en nuestro mundo. Bs. As. La Playade.
- Prigogine, I. ¿Qué es lo que no sabemos? Conferencia en Forum Filosófico de la UNESCO, 1995. REI. Revista de Filosofía.  
REI- Revista del Instituto de Física Corpuscular 2005 [rei@ific.uv.es](mailto:rei@ific.uv.es)  
Revista Observaciones Filosófica <http://observaciones.sitesled.com/>  
Sanchis Lozano, Miguel Ángel. Revista electrónica de IFIC- <http://rei.ific.uv.es>)
- Schrödinger. 1985. Ciencia y humanismo. Barcelona. Pasquet Editores.
- Vásquez Rocca, Adolfo. Karl Popper; El principio de falsabilidad. Revista Observaciones Filosófica. <http://observaciones.sitesled.com/>
- Video: El universo elegante. El secreto está en las cuerdas. NOVA. 2006.
- Video: El universo elegante. El sueño de Einstein. NOVA. 2006.
- Video: El universo elegante. Bienvenidos a la 11ª. dimensión. NOVA. 2006.
- Video: La paradoja de Hawking. BBC. 2005.
- Video: What the bleep do we know? 2004. Arntz, William, Chasse, Betsy.  
[www.cosmopediaonline.com](http://www.cosmopediaonline.com)
- Cheroni, Alción. 1994. La ciencia enmascarada. Mdeo. Ftd. Humanidades y Ciencias de la Educación. Editorial Prisma. Ltda.
- Goethuysen, Bernard. 1975. Antropología filosófica. Bs. As. Losada.
- Huxley, Aldous. 1999. La Filosofía perenne. Bs. As. Editorial Sudamericana.

[INICIO](#) 

## BIBLIOGRAFÍA Gral. Y OTRAS FUENTES.

- Andrade Warner, Fernando. El Popol Vuh. 1985. Fernández Editores S.A. México.
- Aristóteles. De Anima. 1967. Aguilar. Barcelona.
- Asimov, Isaac. 1973. Introducción a la ciencia. Bs.As. Ediciones Orbis. S.A. B.S.E. Almanaque 2008. Uruguay.
- Bach, Richard. 1988. Uno. Argentina. Vergara Editor.
- Bachelard, Gastón. 1994. la formación del espíritu científico. México. Siglo XXI.
- Bachelard, Gastón. 1966. Psicoanálisis del fuego. Madrid. Alianza Editorial. Madrid.
- Dra. Bentos-Pereira, Alba. Centro Universitario de Los Lagos. Dpto. de Ciencias de la Tierra y la Vida. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. Entrevista realizada por Martha Nalerio y Liliana Bardallo. Abril, 2008.
- Bernal, John. 1979. Historia social de la ciencia. Barcelona. Ediciones Península.
- Bohm, David. 1987. La totalidad y el orden implicado. Barcelona. Ed. Kairós.
- Brun Compte, Liberto.  
<http://www.daviddarling.info/encyclopedia/W/wormhole.html>
- Cadenas Mujica, Manuel. El vino y las religiones. <http://farm2.static.flickr.com>
- Campbell, Joseph. 2006. El héroe de las mil caras del mito. Psicoanálisis del mito. Argentina. F.C.E.
- Capra, Fritjof. 1992. El punto crucial. Bs. As. Ed. Trocal.
- Capra, Fritjof. 1983. El tao de la física. Málaga. Editorial Sirio.
- Capra, Fritjof. 1998. La trama de la vida. Barcelona. Editorial Anagrama.
- Castaneda, Carlos. 1999. El lado activo del infinito. Barcelona. Ediciones B S.A.
- Castaneda, Carlos. 1995. Viaje a Ixtlan. México. Fondo de Cultura Económica.
- Cheroni, Alción. 1994. La ciencia enmascarada. Ed. Prisma Ltda. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Montevideo.
- Cirlot, Juan Eduardo. 1997. Diccionario de símbolos. España. Ediciones Siruela.
- Davies, Alfred. 2006. Los enigmáticos códigos mayas. Argentina. Ediciones Andrómeda.
- De la Garza, Mercedes. 1975. La conciencia histórica de los antiguos mayas. México. UNAM.
- De Saint-Exupéry, Antoine. 1974. El principito. Bs. As. Emece Editores. S.A.
- Delgado Castillo, Rolando y Ruiz Martínez, Francisco. La era atómica y el desarrollo de la física en el siglo XX. Universidad de Cienfuegos.htm
- Descartes, Renee. 1945. El discurso del método. Bs. As. Editorial Thor. S.R.L.
- Deutsch, David y Lockwood, Michael. *Física cuántica de los viajes a través del tiempo*. Rev. Investigación y Ciencia, mayo de 1994. Oxford University.
- Echeverría, Javier. 2003. La revolución tecnocientífica. Bs. As. Fondo de Cultura Económica.
- Eco, Umberto. 2005. Historia de la belleza. Italia. Ediciones Lumen S.A.
- Einstein, Albert. 1988. Como veo el mundo. Bs. As. Ediciones Siglo XX.
- Einstein, Albert. 1993. Teoría de la relatividad. Barcelona. Ediciones Altaza.
- El Correo de UNESCO. Set. 1972. La evolución del hombre.
- El planeta azul* Posted by VoF at Agosto 30th, 2006.
- Eliade, Mircea. 1997. El mito del eterno retorno. Barcelona. Ediciones Altaya.
- Eliade, Mircea. 1967. Lo sagrado y lo profano. Madrid. Ediciones Guadarrama S.A.
- Eliade, Mircea. 1967. Mito y realidad. Madrid. Ediciones Guadarrama S.A.

- Eliade, Mircea. 1987. Patanjali y el yoga. Barcelona. Ediciones Paidós.
- Epopéya de Gilgamesh. 1974. Anónimo. México. UNAM.
- Evans, Richard. 1968. Conversaciones con Jung. Madrid. Ediciones Guadarrama.
- [file:///J:/Gaudi/Teor%C3%ADa\\_del\\_caos-FRACTALES.htm](file:///J:/Gaudi/Teor%C3%ADa_del_caos-FRACTALES.htm)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_del\\_Caos](http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_Caos)
- Flak, Michelin – De Coulon, Jacques. 1997. Niños que triunfan: el yoga en la escuela. Chile. Cuatro vientos.
- Foucault, Michel. 1992. Microfísica del poder. España. Ediciones Edimion.
- Foucault, Michel. 1991. Saber y verdad. Madrid. Ediciones de la Piqueta.
- Fox Keller, Evelyn. 1974. La paradoja de la subjetividad científica. Bs. As. Paidós.
- Frankl, Viktor. 2004. El hombre en busca de sentido. Barcelona. Herder Editorial S.L.
- Gaeta, Rodolfo y Lucero, Susana. 1999. Imre Lakatos. El falsacionismo sofisticado. Bs. As. EUDEBA.
- Geymonat, Ludovico. 1972. El pensamiento científico. Bs. As. EUDEBA
- Geymonat, Ludovico. 1985. Historia de la filosofía y de la ciencia. Barcelona. Editorial Crítica.
- Goethuysen, Bernard. 1975. Antropología filosófica. Bs. As. Losada.
- Gombrich, Ernst H. 2002. Arte e ilusión. Estudio sobre la psicología de la representación pictórica. Barcelona. Paidós.
- [http://www.inicia.es/de/diego\\_reina/filosofia/estetica/gombrich/textos/portada.htm](http://www.inicia.es/de/diego_reina/filosofia/estetica/gombrich/textos/portada.htm) [12/04/2003]
- Gómez, M. A. *El rincón de la ciencia*. Nº 12 Julio-2001.
- Gómez-Romero, Pedro. "The Fall of Icarus and Re-imagining Technology".
- <http://www.plexus.org/choe/icarus.html>
- González Urbaneja, Pedro Miguel. 2001. Pitágoras el filósofo del número. España. Nivola.
- Grinberg, Miguel. 1999. Cartas por la tierra. Cacique Seattle y otros. Bs. As. Errepar S.A.
- Habermas y la modernidad. 1988. Madrid. Ediciones Cátedra.
- Hacking, Ian. 1996. Representación e intervención. México. Paidós. UNAM.
- Hawking, Stephen. 2003. El universo en una cáscara de nuez. Barcelona. Crítica S.L.
- Hawking, Stephen. 2004. A hombros de gigantes. Barcelona. Crítica S.L.
- Hawking, Stephen. 2002. Historia del Tiempo: Del Big Bang a los Agujeros Negros. Barcelona. Crítica S.L.
- Heisenberg, Werner. 1974. Más allá de la física. Madrid. Biblioteca de autores cristianos.
- Heisenberg, Werner. 1986. Cuestiones cuánticas. Barcelona. Kairós.
- Herrigel, Eugen. 1991. Zen en el arte del tiro con arco. Bs. As. Kier. S.A.
- Hesíodo. Trabajos y días. 2001. España. Alianza Editorial.
- Hott, Ewald y Gutierrez, Pablo. *Introducción al mundo fractal: matemáticas*. Rev. Medio Matemático 2004.
- Houston, Jean. 1993. La diosa y el héroe. Bs. As. Editorial Planeta.
- <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/Rc-31/RC-31.htm>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Kepler2.gif>
- <http://farm2.static.flickr.com>
- [http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05\\_05.htm](http://www.astrocosmo.cl/relativi/relativ-05_05.htm)
- <http://www.cica.es/~dfamnus/cursos/fam/FChistoria.pdf>

[http://www.geocities.com/fisica\\_que/http://www.interciencia.org/v20\\_05/ensayo01.html](http://www.geocities.com/fisica_que/http://www.interciencia.org/v20_05/ensayo01.html). Copyright © 1995. Depósito legal pp.76-0010 ISSN 0378-1844. INTERCIENCIA 20(5): 283-288  
<http://www.geocities.com/juanchile/fisica/general.html>  
<http://www.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guionrgeneral.htm>  
[http://www.interciencia.org/v20\\_05/ensayo01.html](http://www.interciencia.org/v20_05/ensayo01.html). Copyright © 1995 Depósito legal pp.76-0010 ISSN 0378-1844. INTERCIENCIA 20(5): 283-288  
<http://www.lenguajeescrito.org/averroes/html/adjuntos/2008/02/06/0001/pintumate/fractal.htm>  
<http://www.taringa.net/posts/imagenes/806105/Carta-del-Jefe-Seattle>  
[http://www.tendencias21.net/La-realidad-cuantica-revoluciona-el-mundo-de-la-informacion\\_a133.html](http://www.tendencias21.net/La-realidad-cuantica-revoluciona-el-mundo-de-la-informacion_a133.html)  
 Huxley, Aldous. 1999. La Filosofía perenne. Bs. As. Editorial Sudamericana.  
 Iglesias, Mercedes. 2006. Echeverría-tecnociencia. Departamento de Ciencias Humanas. Facultad Experimental de Ciencias Universidad del Zulia.  
 Infeld, Leopold. 1973. Einstein. Su obra y su influencia en nuestro mundo. Bs. As. Editorial La Pleyade.  
 Jock Cooper. Fractal Recursions. Moca. Museum of Computer Art.  
<http://www.fractal-recursions.com/>  
 Capec, Milic. 1973. El impacto filosófico de la física contemporánea.  
 Kosko, Bart. Pensamiento borroso. 1995. Barcelona. Crítica.  
 Kuhn, Thomas. 1996. La tensión esencial. México. Fondo de Cultura Económica.  
 Landau – Rumer. 1968. ¿Qué es la teoría de la relatividad? Bs. As. EUDEBA.  
 Lao-Tsé. 1994. El Tao-Te-King. España. Año cero.  
 León – Portilla, Miguel. 1978. Tiempo y realidad en el pensamiento maya. México. UNAM.  
 León-Portilla, Miguel. 1978. Trece poetas del mundo azteca. México. UNAM.  
 Libro de Chilar Balam de Chumagel. 1977. Literatura Maya. México. UNAM.  
 López, Carlos M. 1999. Los Popol Wuj y sus epistemologías. Quito. Abye-yale.  
 Los Upanishads. 1998. Madrid. Edicomunicación S. A.  
 Lyotard, Jean-Francois. 1998. Lo Inhumano. Charlas sobre el tiempo. Bs. As. Ediciones Manantial.  
 Manrique, Jorge. 1984. Coplas por la muerte de su padre. España. Biblioteca Humanitas.  
 Maturana, Humberto. 1996. La realidad ¿Objetiva o construida? Barcelona. Anthropos-uia-iteso.  
 Medrano, Antonio. 1994. El taoismo y la inmortalidad. España. Ed. Año cero.  
 Moreau de Jonnés. 1998. Los tiempos mitológicos. Barcelona. Edicomunicación.  
 Morin, Edgard. 2007. Introducción al pensamiento complejo. Barcelona. Gedisa.  
 Navarro Veguillas, Luis. 2004. “Einstein y los comienzos de la física cuántica: de la osadía al desencanto”. Rev. Investigación y Ciencia. Consultado: Noviembre, 2007.  
 Parra, Jaime D. (Coord.) La simbología. Grandes figuras de la Ciencia de los Símbolos, Barcelona: Montesinos, 2001.  
 Parrinder, Jeffrey. 1980. La sabiduría del bosque. Argentina. Ediciones Lidium.  
 Popol Vuh. Mitos y leyendas del pueblo quiché. 1987. Montevideo. Nuevo mundo.  
 Prigogine, Ilya. *¿Qué es lo que no sabemos?* Aparte Rei Revista de Filosofía 10.  
<http://Serbalpntic.mec.es/AparteRei/>



- Prigogine, Ilya. *Ciencia y azar*. Entrevista realizada por Christian Delacampagne, "Recherche" (1985).
- Prigogine, Ilya. 1990. *El tiempo y el devenir*. Barcelona. Gedisa.
- Prigogine, Ilya. 1988. *Tan solo una ilusión. Una exploración del caos al orden*. Barcelona. Libergraf S.A.
- Regules, Sergio. *Mareo cuántico*. <http://redescolar.ilce.edu.mx>
- Revista Alcione. <http://www.alcione.cl>
- Ross, W. D. Aristóteles. 1957. Bs. As. Editorial Sudamericana.
- Sagan, Carl. *Cosmos*. 1987. Madrid. Editorial Planeta.
- Sagan, Carl. 1981. *El cerebro de broca*. Barcelona. Ediciones Gribaldo. S.A.
- Schrödinger, Edwin. 1985. *Ciencia y humanismo*. Barcelona. Pasquet Editores S.A.
- Schwartzmann, Félix. 1994. *El discurso del método de Einstein*. Chile. Editorial Universitaria.
- Sechi Mestica, Giuseppina. 1990. *Diccionario de Mitología Universal*. Madrid. Ediciones Akal.
- Thuillier, Pierre. *DE Arquímedes a Einstein*. 1990. Alianza Editorial. Madrid.
- Toulmin, Stephen y Goodfield, June. 1963. *La trama de los cielos*. Bs. As. EUDEBA.
- Trillas, Enric. 1998. *La inteligencia Artificial. Máquinas y personas*. Madrid. Editorial Debate S.A.
- Wolf, Fred Alan. 1995. *La búsqueda del águila*. Barcelona. Libros de La liebre de marzo.
- Vargas Llosa, Alvaro - *El arte mediocre: Una entrevista con Ernst Gombrich*. htm
- Videos Cosmos. La serie. Carl Sagan. 1980. EEUU.
- Video: El universo de Stephen Hawking. Ver para creer. BBC. 1997.
- Video: El universo de Stephen Hawking. Los orígenes. BBC. 1997.
- Video: El universo de Stephen Hawking. Alquimia cósmica. BBC. 1997.
- Video: El universo de Stephen Hawking. Agujeros negros. BBC. 1997.
- Video: El universo de Stephen Hawking. En el lado oscuro. BBC. 1997.
- Video: El universo elegante. El sueño de Einstein. NOVA. 2006. 2006.
- Video: El universo elegante. La clave está en las cuerdas. NOVA. 2006.
- Video: El universo elegante. Bienvenidos a la 11ª. Dimensión. NOVA. 2006.
- Video: Einstein y Eddington. BBC. Londres. 2008.
- Video: La dama en el agua. Night Shyamalan. 2006.
- Video: La paradoja de Hawking. BBC. 2005.
- Video: Más allá de los sueños. Vicent Ward. 1998.
- Video: Serie Star Trek. La nueva generación. 1987 -1994.
- Video: What the bleep do we know? William Arntz, Betsy Chasse, Mark Vicent. 2004. [www.astrocosmo/pauldirac.htm](http://www.astrocosmo/pauldirac.htm)
- [www.nuticion.co.cr/imagenes/yogaom2.gif](http://www.nuticion.co.cr/imagenes/yogaom2.gif)
- [www.onat.blogia.com/temas/vivir-de-cine.php](http://www.onat.blogia.com/temas/vivir-de-cine.php)