

CIENCIA, LITERATURA, ARTE Y ...FILOSOFÍA

Joaquín González Álvarez.

Al hablarse de cultura suele pensarse sólo en sus vertientes literarias y artísticas sin incluir en el concepto lo referente a la ciencia y a la filosofía,

Abogar por la unicidad de la cultura sin artificiales líneas divisorias que separen lo artístico- literario de lo científico y filosófico en el contexto del saber humano, es uno de los empeños que han motivado la elaboración de esta selección de artículos que han sido publicados en medios de distintas partes de mundo

Los artículos seleccionados se proponen de forma asequible al lector interesado, pero no necesariamente especializado, temas relacionados entre si de manera tal que en cada uno de ellos de alguna forma esté presente lo científico, lo artístico-literario y lo filosófico.

Temas de la ciencia de nuestro tiempo que por artículos noticiosos en los medios, han suscitado el interés general, tales como el Big Bang, las Teorías de la Relatividad, el Caos, los Fractales, la Genética, la Evolución, el Efecto Invernadero, el Cambio Climático, la velocidad de la luz y otros, se entrelazan armoniosamente con la Poesía y los poetas, el Arte y los artistas, la Filosofía y los filósofos.

De quienes han forjado la ciencia, la literatura, el arte y la filosofía que en este libro tratamos, también hablamos, Einstein, Hawking, Da Vinci, Borges, Lezama, Russell, Poincaré , de su aporte, su pensamiento y sus valores humanos.

Algunos de los artículos proponen al final una relación bibliográfica la cual servirá a aquellos que se interesen en ampliar el contenido tratado.

Esperamos brindar una lectura amena que a la vez instruya y mueva a la reflexión

LOS PARADIGMAS DE LA CIENCIA

La palabra paradigma existe en el idioma español y aunque utilizado frecuentemente en el llamado lenguaje culto, no ocurre así en el lenguaje coloquial corriente. Aparece, claro, está en los diccionarios de la lengua castellana, con el significado que comunmente se le utiliza.

Sin embargo en los tratados de ciencia y sobre todo en los de ciencia y filosofía de la ciencia, se entiende por paradigma algo distinto y muy específico y es a este significado al que nos referiremos en el presente comentario. El término paradigma con el significado que nos ocupa lo introdujo el historiador de la ciencia norteamericano Thomas Kuhn en su libro “La estructura de las revoluciones científicas” a mediados del pasado siglo XX. En efecto, paradigma según Kuhn, es el conjunto de conceptos, creencias, tesis, que en una etapa dada de la historia acepta la comunidad científica y basado en él desarrolla toda su actividad investigativa y que marcan una ruptura con lo hasta ese momento aceptado. Esta ruptura con lo anterior, con el paradigma anterior, es uno de los elementos que define una revolución científica. Así, tenemos que en el siglo XVII primaba el paradigma de la Mecánica Clásica Newtoniano.

el cual se basaba en un concepto fundamental: la Atracción Gravitatoria. Imperó incólume durante dos siglos, no significando ésto que reflejaba la realidad, ya que como hemos expuesto en varias ocasiones, las teorías sólo son hipótesis que mientras no presenten contradicción interna o no puedan explicar un hecho, es aceptada como instrumento para las investigaciones tal como lo propone el positivismo y sus variantes..El paradigma newtoniano caracterizado por el determinismo, cedió el paso a principios del siglo XX al paradigma cuántico y su indeterminismo en la predicción de los fenómenos microscópicos como lo son los atómicos.

No obstante el aporte de Thomas Kunh y su concepto de paradigma, a juicio de la comunidad científica o una gran parte de ésta con la cual coincidimos, el científico norteamericano exagera al proclamar que con la aparición de un nuevo paradigma, el anterior queda desechado por completo. Esto no es así. Si en las ecuaciones de la Mecánica Cuántica los valores que toman algunas variables resultan significativamente grandes como para que la constante de Planck resulte despreciable, muchas de esas ecuaciones tomarán formas aplicables a problemas que pueden ser resueltos. con los procedimientos del paradigma newtoniano. Se tiene así que el antiguo paradigma pasa a ser un caso particular del nuevo.

De esta manera para los problemas que no son del mundo microscópico, o sea para la práctica habitual, cotidiana, la física de Newton es la que se utiliza; sería absurdo que un ingeniero para diseñar una maquinaria corriente tuviera que apelar a las intrincadas fórmulas de la Mecánica Cuántica por el solo hecho de ser éste el nuevo paradigma.

El hecho de la no desestimación de lo fundamental establecido en un paradigma al aparecer uno nuevo en el cual se generalizan sus bases, lo vemos también en la historia de las matemáticas, ciencia peculiar que difiere por su idealización de conceptos, de las ciencias naturales, Así tenemos que al ampliarse el concepto de número con la aparición de los números negativos, las leyes formales de las operaciones permanecieron como estableció Hankel. La ley conmutativa de la suma por ejemplo, se mantuvo con los números negativos, las expresiones como

$a-b = -b+a$, permanecieron válidas, lo cual se hace mas evidente si la igualdad la escribimos $a+(-b)=(-b)+a$.

En nuestros días se acepta que ha aparecido un nuevo paradigma: el de la Teoría de la Complejidad con sus ramificaciones de la Teoría del Caos y de los Fractales y la Termodinámica del No Equilibrio.

Se tienen como nuevos paradigmas a la Mecánica Cuántica y la Teoría de la Complejidad como hemos dicho, sin embargo no se habla de Paradigma de la Relatividad lo cual tiene su justificación. Tanto la Mecánica Cuántica como la Teoría de la Complejidad, modificaron sustancialmente el concepto de certeza científica como sinónimo de ajuste a la realidad. El mismo concepto de realidad comenzó a someterse a un mas profundo escrutinio lingüístico y sobre todo filosófico. La indeterminación cuántica introducida por Heisenberg y la incertidumbre de la complejidad advertida por Lorenz y Prigogine. avivó la disquisición filosófica sobre lo que se entiende por realidad y sobre su existencia o no. La filosofía positivista y sus vertientes el instrumentalismo, el pragmatismo y el convencionalismo, sostienen o bien la no existencia de la realidad o la imposibilidad de su

conocimiento, Los adherentes a esta forma de pensar, consideran que las teorías científicas sólo constituyen hipótesis de trabajo que se utilizan como herramientas para la investigación mientras no presenten contradicciones o se muestren inoperantes. Puede decirse que ambos paradigmas cambiaron el pensamiento científico haciéndolo mas cauteloso y tambien, ¿porqué no?, menos arrogante.

No ocurrió en esa forma con las Teorías de la Relatividad,. Einstein no introdujo un nuevo modo de razonar. Lo que hizo fue revelar nuevas propiedades del espacio y del tiempo hasta ese momento ocultas y mostrarlas mediante la misma manera de razonar, la misma matemática ya utilizada por la comunidad científica, No introdujo un nuevo Paradigma con el sentido que a este término le asigna Thomas Kuhn.

No todo advenimiento de nuevo paradigma puede calificarse de revolución científica. Revolución científica fue la que se produjo en la humanidad al advertir Nicolás Copérnico que la Tierra no era el centro de lo que entonces se consideraba era todo el Universo com afirmaba Ptolomeo. El sistema ptolomeico no quedó como caso particular del copernicano. No sólo se abolió un paradigma, el hombre tomó conciencia de que no era el centro, que su existencia perdía gran parte de la importancia que el antropocentrismo derivado del geocentrismo le concedía.

Podemos pues decir, que la ciencia de nuestros dias se dearrolla signada por los paradigmas que a la Historia entraron llevados por las manos de Copérnico, Newton, Heisenberg, Lorenz y Prigogine.

EL ECO DEL BIG BANG

El Premio Nobel de Física 2006 se otorgó a los norteamericanos John C. Mather y George C. Smoot, El tema, la radiación de fondo dejada por el Big Bang., algo así como El Eco del Big Bang.

La teoría que explica el inicio del universo a partir de un colosal estallido conocido por Big Bang, es uno de los resultados científicos mas comentados por el público llano .Aún quienes no son especialistas ni estudiantes de ciencias, conocen en lo esencial lo que esa teoría expresa. No obstante, que el hecho del comienzo de todo lo que existe a partir de la explosión de un punto sin dimensiones, no de una partícula muy pequeña, sino de un punto como el ideal que define la matemática: un ente geométrico sin dimensiones, es algo no ya difícil, sino imposible de asimilar No obstante,, tomado este supuesto como hipótesis para continuar investigaciones, los resultados de las mismas van siendo comprobadas en la práctica y así se continuará hasta que algo invalide la teoría en cuestión.

Una de las mas contundentes y espectaculares evidencias de que, tal como se deduce de la teoría, hará unos 15 mil millones de años., se produjo una enorme explosión en lo que ahora llamamos Cosmos., consiste en la detección de lo que acertadamente se ha llamado El Eco del Big Bang.

Veamos la explicación. Algún tiempo después del Big Bang, cuando todavía la temperatura del Universo era extremadamente alta, se produjeron los primeros fotones,

corpúsculos que constituyen la luz y todo tipo de radiaciones. Esos fotones constituyeron una especie de gas que se difundió por todo el universo en constante expansión actual pero entonces muy comprimido. Como los gases conocidos, el gas de fotones al irse expandiendo, se fue enfriando y según cálculos basados en la Teoría del Big Bang, su temperatura debe ser ahora de unos -270 grados Celsius. La teoría predijo la existencia actual de esa radiación de fondo que persiste como un Eco del Big- Bang.

Pero hasta 1965 no se había percibido ese Eco. Fue en ese año que dos ingenieros de la Bell Telephone Laboratories de Estados Unidos, Arno Penzias y Robert Wilson, utilizando una antena direccional de radar, con fines ajenos a lo sucedido, captaron un ruido cuyo origen no podían explicar. Comprendieron que era una señal radioeléctrica la cual se recibía de igual forma en todas las direcciones que orientaran la antena. Quizás otros hubieran obviado el incidente, pero éste había ocurrido, afortunadamente, a dos talentosos científicos, que continuaron las investigaciones auspiciadas por la NASA, hasta llegar a la conclusión de que esa radiación que ahora llamamos relictas, que habían captado en su antena, era nada menos que El Eco del Big Bang lo cual tuvo más reciente confirmación con el proyecto espacial COBE. Penzias y Wilson recibieron el Premio Nobel en 1978 por ese aporte.

Algo no muy conocido es que quienes ahora me atienden y casi el resto de la humanidad, han captado sin proponérselo en múltiples ocasiones, El Eco del Big Bang, aunque acompañado de otras radiaciones. Alguna vez hemos sufrido los efectos en nuestra pantalla de TV, del fallo más o menos prolongado, del fluido eléctrico en la torre de transmisión.

En esos momentos observamos que la pantalla se cubre de multitud de puntos de luminosidad oscilante rodeados de una tenue neblina que permanecerán hasta que vuelva la señal a la antena de nuestro equipo..Ese patrón neblinoso es efecto conjunto del Eco del Big Bang.y otras radiaciones. La radiación de fondo emitida en la gran explosión primigenia, “entra” en nuestra antena, acompañada de otras radiaciones, aprovechando que la señal de TV les “dejó sitio”.

Pero no hay que esperar al fastidioso evento, del fallo en la torre, para momentáneamente convertirse en investigador científico, basta aguardar a que un canal recese sus transmisiones y “se vaya del aire” para observar aunque acompañado El Eco del Big Bang. Éste, con dispositivos muy sofisticados puede aislarse de las otras radiaciones que intervienen en el patrón observado, procedimiento que permite apreciar que en dicha imagen está presente el trascendental residuo de la Gran Explosión.

POLVO DE ESTRELLAS SOMOS

A mediados del pasado siglo XX, alcanzó singular popularidad una pieza musical norteamericana llamada “Star dust”, que en español quiere decir “Polvo de estrellas”.

¿Porqué decir que “somos polvo de estrellas”?.

Como se sabe según hipótesis mayoritariamente aceptada, el universo se originó con la explosión de un punto material, acontecimiento conocido como el Big Bang.

En el momento de la explosión el universo sólo estaba formado por electrones, protones y neutrones entre unas pocas partículas mas.Todo empezó a una altísima

temperatura. Unos cien segundos después de la explosión, la temperatura descendió lo suficiente para que los protones, que son núcleos de hidrógeno, se combinaran con neutrones para formar átomos de helio. Se empezaban así a formar los elementos químicos que componen la sustancia como ahora la conocemos. Tendría que pasar un millón de años para que se formaran nuevos átomos de helio.

Mucho tiempo después, los átomos de helio se convertirían en elementos más pesados como carbono y oxígeno. Ahí ya vamos viendo la aparición de componentes conocidos de los seres vivos.

Pero para la aparición de esos elementos químicos esenciales, será necesario la formación de estrellas pues dentro de éstas se generarán para luego, “como polvo de estrellas” constituir la materia prima de toda sustancia

Las estrellas se gestan en regiones ocupadas por polvo y gas hidrógeno. Estas regiones se suelen encontrar en nebulosas y galaxias. En la Vía Láctea, que es nuestra galaxia, se presentan regiones de polvo e hidrógeno en el disco que bordea el núcleo central y en los brazos de la espiral galáctica. Las partículas de polvo e hidrógeno se aglutinan en condensaciones que se contraen por atracción gravitatoria.

A cierta temperatura, la condensación empieza a emitir radiación infrarroja obteniéndose una protoestrella. Si la masa supera un décimo de la del sol, la protoestrella se comprime y se calienta irradiando luz visible y habrá nacido una estrella. En determinadas condiciones las estrellas se contraen por atracción gravitatoria llegándose a producir colosales explosiones que dan lugar a las supernovas con una

luminosidad que supera a la de todas las estrellas de la galaxia juntas.

Algunos de los elementos oxígeno, carbono y otros formados dentro de las estrellas serán arrojados por esta explosión al medio universal como “polvo de estrellas”, después de un largo y complicado proceso serán los sujetos de la Evolución por la cual surgirá como producto mas logrado el Hombre y es por eso que podemos decir “somos polvo de estrellas”.

Siguiendo la tradición católica, el miércoles de ceniza preámbulo de la Semana Santa, el sacerdote traza con ceniza una cruz en la frente de los asistentes a la vez que exclama: “memento homo pulvis eris et in pulvis reverteris” “recuerda hombre que polvo eres y en polvo te convertirás”.

El polvo que somos es el “polvo de estrellas” y el polvo en que nos convertiremos será materia prima de nuevos elementos que posibilitarán la vida de futuras generaciones a las cuales contribuiremos no sólo con nuestro polvo final sino con nuestros actos en la vida que coadyuven a la formación de valores positivos que sean heredados por quienes nos sucedan.

EL TIEMPO Y LA LUZ

La posibilidad de viajes en el tiempo aviva la imaginación e incentiva la creación literaria. En su ensayo “La flor de Coleridge “, el escritor argentino Jorge Luis Borges, reproduce este fragmento: “ Si un hombre atravesara el paraíso en un sueño, y le dieran una flor como prueba de que

había estado allí, y si al despertar encontrara esa flor en su mano ... ¿ entonces qué ¿.

En el mismo ensayo y abundando en el tránsito a otro tiempo, Borges cita un pasaje de la novela inconclusa de Henry James, “The sense of the past” en la cual el protagonista encuentra un retrato de él pintado misteriosamente un siglo antes. Éste, intrigado, consigue trasladarse a la fecha del retrato y logra que el pintor haga su retrato aunque sospechando algo extraño en esas facciones futuras. En este caso se nos muestra además de viaje en el tiempo, una inversión de la secuencia causa efecto.

Otro ejemplo de acertada tergiversación literaria de tiempo y causalidad se nos presenta en la siguiente estrofa de Reginald Buller:

Hubo una vez una joven que Brillante se llamaba
Y mucho más veloz que la luz viajaba. / Un día partió
En los caminos de la relatividad se adentró
Y la noche anterior a su partida regresó

En los ejemplos anteriores se advierte la fantasía y en el último además lo humorístico, no obstante se pueden ensayar en obras de buena ciencia-ficción, transgresiones de la insuperabilidad de la velocidad de la luz para mostrar algunas situaciones interesantes que se presentarían si pudieran lograrse velocidades superiores a la de la luz.

En una obra de ciencia ficción se podría presentar el caso de un buque que emite una señal luminosa roja cuando parte y otra verde cuando regresa, Alguien que parte de la tierra en una nave a velocidad mayor que la de la luz, percibirá

primero por alcanzarla primero la señal verde que es la mas rezagada y después alcanzará la roja, por lo cual, como conoce el código, pensará que el buque regresó antes de partir.

En este contexto veamos otra situación curiosa. Dos personas situadas a cien metros una de otra están lanzándose una pelota. En un momento dado uno lanza al otro la pelota a una velocidad mayor que la de la luz. El otro la recibe y luego va viendo la pelota cuando estaba, digamos a setenta y cinco metros del lanzador, después cuando estaba a cincuenta metros del lanzador, después a veinticinco metros, a diez, a cinco, hasta que por último ve a su compañero lanzando la pelota. El efecto, . recepción de la pelota, se producirá, según el receptor, antes que la causa, lanzamiento de la pelota.

Para finalizar recordemos el título de una obra teatral de Enrique Jardiel Poncela en el cual el autor ironiza con estos rejugos con el tiempo. El título en cuestión es : “Te espero ayer tarde Margarita”.

POESÍA, REALIDAD Y FÍSICA

El arte y la literarutara pueden reflejar lo científico de múltiples formas. Pero el modo de manifestarse ese reflejo manteniendo mas puras las características artísticas y literarias es aquel mediante el cual se plasma lo que

pudiéramos llamar la componente estética a veces lírica, que todo objeto o hecho científico posee.

Para un análisis de cómo el arte y la literatura aprehenden la carga estética que emana de lo científico, es necesario tener en cuenta como intervienen en este proceso la interpretación de lo poético y lo real, así como la explicación científica, casi siempre física, de las múltiples formas en que el mundo exterior interactúa con el hombre.

Cuando el hombre primitivo se deleitaba en la contemplación del azul del cielo en pleno día y del rojo de los atardeceres, tenía ante sus ojos lo poético, y el poema podría producirse o no, pero ante sí estaba la poesía. Aquel acto del hombre primitivo era un mirar ingenuo, directo. Para él lo poético era lo real.

Pero el hombre primitivo comenzó a convertirse en el hombre que no sólo contempla, sino que reflexiona y elabora conceptos sobre la razón de lo que ante su vista se muestra. Este hombre que razona y experimenta, dirige al cielo una mirada ya no ingenua y directa.

Ahora no tiene al cielo como techo y no lo asiste sólo su inocencia. La ciencia y en particular la física, le permiten dirigir una mirada que pudiéramos llamar desde afuera. Y es entonces que la realidad se le manifiesta en toda su magnitud. Lo que creía una enorme cúpula azul es tan sólo una envoltura gaseosa, incolora, decepcionantemente deslucida, en la cual flotan microscópicas partículas de polvo con su nada poético aspecto. Comprende así que el azul que percibía desde su primitiva visión no se debía al color de aquella inmensa urna que imaginaba era el cielo. Sus indagaciones lo llevarán a concluir que el azul que percibe no lo es de la capa gaseosa, sino de uno de los componentes

de la luz blanca del sol la cual es una mezcla de varios colores, uno de ellos, el azul es el único que reflejan las partículas de polvo cuando el sol brilla en lo alto y por tanto el único que vemos procedente de lo que llamamos cielo. Al ponerse el sol, queda tan lejos de nosotros allá en el horizonte, que son tantas las partículas de polvo en las cuales se refleja su luz en su largo recorrido que va perdiendo los distintos colores que la componen, amarillo, verde, etc. que al final, al caer la tarde sólo queda el rojo. Por eso el rojo de los atardeceres.

Desde que él mismo destruyó el mito, el hombre al cantar al azul del cielo y al rojo de los atardeceres, sabe que se expresa en imágenes las cuales elabora su pensamiento poético o si se quiere, las imágenes con que sus ojos de poeta contemplan la realidad.

Algo así como nostalgia por el mito perdido refleja el poeta cuando dice:

“Ese cielo tan azul / ni es cielo ni es azul”.

La carga poética de los colores del cielo alcanzó al hombre antes que la ciencia le descubriera la realidad. Parafraseando el Evangelio según San Juan, podríamos decir:

“En el principio fue la poesía”

Y la poesía sigue presente aunque la física haya demostrado que el cielo no es azul.

BORGES, HAWKING Y SHAKESPEARE

Al ver el título de este comentario, la pregunta que viene a la mente “¿Qué criterio clasificador se ha seguido para asociar a esas tres conocidas personalidades?”.

Pues bien, a Borges, Hawking y Shakespeare les ha llevado, por distintas motivaciones, a la misma reflexión la idea de un cosmos finito, un universo o algo que lo represente en su totalidad pero limitado en un espacio abarcable por la observación o por la indagación teórica. De una manera o de otra, los tres autores se han referido en sus obras a esa vocación de limitación cósmica en el espacio.

Así Shakespeare en Hamlet, y en boca de éste expresa lo que traducido dice así: “O Dios, podría estar encerrado en una cáscara de nuez y sentirme rey de un espacio infinito” .

Por su parte Borges en su antológico “Aleph”, describe este singular objeto así: “...el lugar donde están sin confundirse todos los lugares del orbe visto desde todos los ángulos”. Mas adelante Borges describe el Aleph como un objeto de dos o tres centímetros de diámetro., “pero todo el espacio cósmico estaba allí”.

Mas cercano a nuestros días, Stephen Hawking en su libro “El universo en una cáscara de nuez”, retoma la idea de Borges y el párrafo del Hamlet de Shakespeare no sólo como exergo para un capítulo y título del libro, sino para modelar una hipótesis de la cual es coautor: la de la finitud espacio-temporal del universo

Claro está que un universo finito nos es difícil de asimilar. Hawking y su asociado Hartle, apelan a un modelo. Según éste, el universo es finito pero limitado como lo es la superficie de la Tierra. Todo lo que ella es está confinado dentro de esa superficie y por ello es finita, pero a su vez es ilimitada pues un móvil saliendo digamos, de un polo, recorriendo un meridiano volverá al punto de partida y podrá hacer esto indefinidamente. De esa forma el universo es finito e ilimitado pues se asemeja a la superficie de la Tierra

según Hawking y colega. Así conciben esos autores la historia del universo lo cual hace valer la hipótesis del Big Bang, sin que haya necesidad de suponer ninguna singularidad. Hipótesis al fin, sólo es un instrumento de trabajo de la ciencia para continuar las investigaciones; mientras no presente contradicción y tal como plantea el instrumentalismo, seguirá vigente.

Es así como se justifica que podríamos estar confinados en una cáscara de nuez como parecen estar de acuerdo Borges, Hawking y Shakespeare y no obstante sentirnos reyes del mundo.

ABELARDO, ELOÍSA Y JOAQUÍN SABINA

Hemos escuchado a Joaquín Sabina en una canción en la que se habla de Abelardo y Eloísa. Abelardo y Eloísa fueron personajes históricos cuyos tormentosos amores han sido tema muy citado en la literatura y en las artes. Cuando se ponen ejemplos de grandes amores, los de Abelardo y Eloísa aparecen junto con los tomados de la realidad de Dante y Beatriz y los extraídos de la ficción como Romeo y Julieta.

Abelardo es el apellido del teólogo francés del siglo XII, Pierre Abelardo el cual no hubiera necesitado de haber sido protagonista de unos amores, que por lo dramático de su desarrollo devinieron en leyenda, para pasar a la historia como uno de las personalidades más importantes en los turbulentos debates teológicos y filosóficos que se desarrollaron en la Edad Media acerca de la llamada Disputa de los Universales. En esa famosa polémica se discutía sobre

si los Universales o. conceptos generales utilizados en la ciencia y la filosofía, poseían atributos de realidad objetiva como opinaban los realistas medievales o eran sólo palabras, nombres como aducían los nominalistas. Tal como expuse en mi artículo “Porqué el nombre y porqué la rosa” refiriéndome a la novela de Eco, para los realistas, los Universales eran algo como los arquetipos de Platón, entes objetivos, para los nominalistas, vocablos sin objetividad alguna.

Abelardo que nació en Nantes, Francia en el 1079, no adhirió a ninguno de los dos bandos sosteniendo una tesis según la cual si bien es cierto que un Universal, como uno de la física, Elasticidad, no es un ente objetivo en cuanto que es algo que no se percibe por los sentidos, si tiene existencia real como concepto. Debido a ésto, su posición filosófica recibió la denominación de Conceptualismo.

Este criterio de Abelardo no gustó a la influyente Iglesia de la época, lo cual unido a las opiniones del teólogo francés sobre la Santísima Trinidad no acordes con la doctrina oficial, costó a aquel el que se le condenara a quemar la obra en que tales opiniones aparecían.

Su brillante desenvolvimiento como profesor de teología, lo importante de su obra escrita, unido a poseer una atractiva presencia, provocaba envidia entre los hombres y amor en mujeres como la bella Eloísa con la cual protagonizó Abelardo un tempestuoso romance. Romance que llevó a tristes consecuencias, cuando Abelardo, temiendo que la resonancia que iban adquiriendo sus relaciones amorosas afectarían su estatus profesoral, indujo a Eloísa a entrar en un convento. Los hermanos de la joven tomaron esto como un intento de abandono a Eloísa y agredieron a Abelardo

causándole cruel mutilación. Después de esto Abelardo siguió el mismo camino de su amada ingresando en un monasterio.

Al oír la canción de Sabina, preferimos pensar en Abelardo profesando en su cátedra, enamorado de Eloísa y sosteniendo con firmeza sus criterios.

LA NADA Y LA POESÍA DE PLÁCIDO

Uno de los presupuestos de la Teoría del Big Bang más difícil de aceptar por la mente, es el que presenta al punto geométrico que lo originó, como única cosa existente, pudiera decirse aunque impropia, situado en la nada, sin que pudiera hacerse en ese momento inicial referencia al espacio o al tiempo; el punto inicial según la teoría aceptada, estaba en la nada, en el vacío absoluto.

A la nada como categoría universal se hace constante alusión en la literatura, sobre todo en poesía, y es así que podemos presentar un bello ejemplo tomando dos versos del poema "Plegaria a Dios" de Gabriel de la Concepción Valdés (Plácido). En uno de ellos dice el poeta: "Sin vos Señor, el todo es nada" y más adelante: "y aún esa nada os obedece". ¿Pero qué es la nada?. La nada, dicen los físicos, no existe y para esa afirmación se basan nada menos que en la Mecánica Cuántica. Para dar una idea del razonamiento según el cual la nada no existe, hay que dar unos pasos previos.

Según el principio de indeterminación de la Mecánica Cuántica, algunas magnitudes como la energía y el tiempo, no pueden medirse con igual precisión a la vez para

determinada situación. De modo que si existiera la nada en ella el valor de la energía sería con indiscutible precisión: cero, luego por el principio de indeterminación la otra magnitud involucrada, el tiempo, sería imprecisa y para que algo sea impreciso tiene que existir lo cual lleva a la conclusión de que en la nada tiene que existir el tiempo, con valores fluctuantes imprecisos que conllevan a que a la energía también exista con valores fluctuantes. De modo que estos razonamientos conducen no sólo a que la nada no existe, sino que ya el tiempo existía antes del Big Bang, contrariamente a lo supuesto en la teoría de este evento.

Relacionado con todo lo que vengo diciendo, lo cual ha sido propuesto entre otros por Ilya Prigogine ya citado en otro contexto en este espacio radial, se ha propuesto una variante del momento inicial del Big Bang en el que, como vimos, se niega que ahí comenzara el tiempo y además se afirma que la materia del universo fue producto de la energía fluctuante que mencioné, al convertirse en masa equivalente mediante la famosa fórmula $E=mc^2$.

(Dice Ernesto Cardenal en sus Versos del Pluriverso: "Como también no hay vacío, no hay espacio vacío/ y todo el universo es energía/ que a veces toma forma de materia".)

Cierto que a pesar de lo atractivo de la teoría que he explicado, todavía no ha tenido el consenso de la comunidad científica quizás por poco conocida o también por inercia mental. Tampoco ha sido rechazada por lo que resulta interesante seguir su posible desarrollo. Lo que si cuenta con la aceptación de la física es que la nada no existe.

"Y aún esa nada os obedece", dijo Plácido,

pero esa nada obediente, dicen los físicos, no es nada. (“...en la teoría cuántica no existe ninguna nada”, en sus Versos del Pluriverso dice Ernesto Cardenal.).

EL TODO EN BOHM, LEZAMA Y BORGES

Durante una breve estancia en el extranjero tuve la oportunidad de leer un libro publicado en el 2004 del físico norteamericano David Bohm con el título que traducido al español es “Totalidad y orden implícito”.

La palabra Totalidad compendia la tesis que propone el autor y constituye el tema de mi comentario.

Varias veces me he referido a la trascendencia que conocidos escritores le han concedido a la palabra “todo”, al concepto de “totalidad” y a objetos o entes que en su limitación espacial encierran real o metafóricamente una totalidad y a veces el “Todo absoluto”.

Así tenemos a Jorge Luis Borges narrándonos que en el Aleph estaba “todo el espacio cósmico” y José Lezama Lima diciendo “bendito sea Dios que resguarda el “todo” en potencia haciendo de cada corpúsculo una volante esfera de creación”.

Pero no sólo en literatura, en las ciencias principalmente en la física, también encontramos el tratamiento de objetos que en cada una de sus partes se observan las propiedades de la totalidad del mismo. Un ejemplo, al estudiar el imán vemos que si se fragmenta , cada uno de los fragmentos es un imán. Otro caso similar es el del holograma, especie de placa fotográfica que capta una imagen tomada con luz láser y que también mediante luz láser puede verse en su total tridimensionalidad. La placa del holograma tiene la curiosa

propiedad que un fragmento de la misma al ser iluminada con láser reproduce la totalidad de la imagen .Las matemáticas presentan la totalidad representada en las partes a una escala menor en las figuras geométricas llamadas fractales.

Quizás meditando sobre hechos como los descritos, David Bohm en su libro sobre la Totalidad, propone su original tesis según la cual la división, la fragmentación de la realidad para su análisis, que efectúa el científico, es artificial ya que según su criterio, la realidad, la naturaleza es una totalidad indivisible.

Al igual que sucede con el imán, el holograma y el fractal, cada parte que el científico crea artificialmente de la realidad contiene implícitas, todas las propiedades de la realidad en su totalidad. Según Bohm, cada porción de realidad que se toma como separada, es una “proyección” de la total realidad, algo como lo que se entiende por singularidad en la Teoría General de la Relatividad.

En su libro “Versos del Pluriverso”, dice Ernesto Cardenal:
“Los cuerpos son partículas elementales y campos de energía /pero las almas no existen solas /sino sólo como partes de una cosa mayor. /Toda la materia está unida según Bohm. /¿Y las almas no estarán más?”.Y mas adelante:”todas las cosas se tocan/todo conectado con todo/y es instantáneo todo./La separación es aparente.”

Uno de los argumentos que mejor evidencia la tesis de Bohm lo toma éste del desarrollo del pensamiento de Isaac Newton a partir de la observación de la caída de los cuerpos en la

tierra al inferir que la causa de ese fenómeno es la misma que rige el movimiento de los astros que hasta ese momento se creían diferentes, pues el hombre prenewtoniano fragmentaba el universo en tierra y “cielo”. Newton al establecer la Ley de la Gravitación Universal (esto es de la gravitación de la Totalidad) envolvió en un “todo” al “cielo” y a la tierra. Evidenció que lo que sucedía en un espacio aparentemente limitado como la tierra, ocurría en la totalidad del universo. Mostró que la fragmentación cielo-tierra era artificial., que el hombre antes de Newton analizaba los aparentes fragmentos desde perspectivas diferentes.

Pienso que la tesis de la Totalidad de Bohm sirve de fundamento para el establecimiento del concepto de Globalización (tan utilizado actualmente) a los que lo defienden Debe tenerse en cuenta que la crítica que suele hacerse a dicho concepto , en realidad es a cierto tipo de globalización no deseada. Pero dejemos esto a los especialistas que de esta materia se ocupan y meditemos sobre la tesis de la Totalidad de David Bohm.

EL INFINITO

Mucho se utiliza el vocablo “infinito” en el habla común y con mas frecuencia en el lenguaje literario, pero muy pocas veces con su significado preciso. En un diccionario de la

lengua aparece como primera acepción de “infinito” la que se aviene con la etimología: lo que no tiene fin. La palabra infinito la aplicamos la mayoría de las veces incorrectamente, como sinónimo de muy grande o de lo que no percibimos su terminación..

En mi comentario me referiré al infinito en su primera acepción o sea como lo que no tiene final. Como antes dije se suele calificar de infinito a lo que es inmensamente grande, así del universo se dice que es infinito y aunque algunas hipótesis como tal cosa lo tienen, teorías como la General de la Relatividad de Einstein, lo consideran finito

La idea de infinito se nos presenta con mayor claridad al fijarnos en conjuntos como el de los números naturales 1,2,3... cuya serie no tiene final. En los conjuntos infinitos como éste, se presentan paradojas como la de que por ejemplo, los números pares que por supuesto, no son todos los números naturales, también son infinitos. Y a cada número natural le corresponde un número par. Con lo cual hay tantos números pares como números naturales siendo los pares sólo una parte de los números naturales, Así que paradójicamente hay el mismo número cardinal de números pares que de números naturales en total. Ese número cardinal lo representan los matemáticos con la letra hebrea aleph, el Aleph de la narración de Borges..A Borges le atraía con singular fuerza el infinito, se advierte en narraciones como la citada y otras como “La muerte y la brújula”.

Asociado a nuestro tema del infinito, considero oportuno recordar un filme de los catalogables como de ciencia ficción serio que se exhibió hace unos años, titulado Moebius en el que se toma una de las alusiones matemáticas mas ingeniosas a la vez que rigurosa al concepto de infinito.

Para entender el filme se hace necesario explicar las características de una figura geométrica espacial llamada Cinta de Moebius de la cual paso a describir como se construye, De una tira de papel en forma de rectángulo estrecho y alargado, se toman sus extremos con el objeto de unirlos para formar un aro, pero antes de pegarlos, le damos una pequeña torsión a uno de los extremos de modo que su parte inferior pase a ser la superior y entonces los pegamos con goma. Tendremos formada la Cinta de Moebius. Esa cinta tiene una sola cara y no dos como tendría de no estar unidos sus extremos como dije, o como las tiene una hoja de papel cualquiera. Para comprobar esa insólita propiedad, se toma un bolígrafo y desde un punto cualquiera de la cinta se va trazando una línea paralela a sus bordes la cual se va prolongando a lo largo de la cinta hasta que vuelva al punto de partida.. Podrá comprobarse que recorre toda la cinta sin que quede una porción de la misma sin recorrer y sin tener que pasar por el borde de una cara a la otra por la sencilla razón de que solo tiene una cara. En el filme se presenta una línea de subway o tren subterráneo en la cual los vagones ruedan y ruedan sin encontrar tope alguno porque esa línea tiene la forma de una Cinta de Moebius. Los pasajeros viajan eternamente sin llegar a paradero alguno.. Su viaje no tiene fin su viaje es infinito.

El concepto de infinito se hace mas preciso y aceptable por el intelecto en otras partes de las matemáticas..

Según la Teoría de los Conjuntos de Georg Cantor, existe lo que se llama el infinito actual, algo ya dado como idea que la inteligencia puede captar .El infinito actual lo podemos comprender al pensar en la ya citada serie de los números enteros y positivos: 1, 2 , 3, etc. .que nuestra mente acepta

que no tendrá final, sin que tenga que realizar experimento alguno el cual por demás es imposible. La idea del infinito actual la aceptan los llamados platonistas y los logicistas como Frege y Bertrand Russell.

El infinito se evidencia también mediante fracciones como $4/3$ que al pasarla a decimales dividiendo 4 entre 3 se obtiene 1,3333...y la cifra 3 se repite una y otra vez sin que podamos esperar que alguna vez tenga final esa reiteración. El 3 se repite infinitamente.

Sin embargo los matemáticos que sostienen la tesis de que el infinito actual no existe y si el infinito potencial aducen que lo que ahora observamos como que no tiene final, tal es el caso del valor de la relación entre la longitud de la circunferencia y su diámetro, el famoso valor pi, del cual se han calculado una enorme cantidad de cifras decimales sin que aparezca el valor exacto, pudiera ocurrir, dicen estos matemáticos, que si se sigue buscando quizás aparezca la cifra final y pi deje de ser una evidencia del infinito. Claro está que en el caso de pi donde no se encuentra ninguna regularidad en la aparición de las cifras decimales como se observa en su conocido valor aproximado 3,14159..., alguien podría tener la esperanza de que un día aparezca la cifra final, pero no creo que los partidarios del infinito potencial como único infinito, esperen que de momento el valor que antes vimos de $4/3$ esto es, 1,3333...deje de repetir el 3 y aparezca la cifra final que eche a perder nuestro ejemplo de infinito.

Ironías aparte, creo que detenernos a meditar sobre cosas interesantes a la vez que importantes para el riguroso tratamiento de la ciencia, como es el concepto de infinito, nos permite ejercitar la mente en asuntos positivos, cosa útil

ante la tendencia a ocuparnos de lo banal que a veces se nos propone.

LA ETERNIDAD

Si buscamos en el diccionario el significado de Eternidad, encontraremos esta definición: Perpetuidad sin principio, sucesión ni fin. Sin embargo sabemos que, sin apartarse del citado enunciado, al concepto de Eternidad hay variadas formas de acercarse. Descartando el uso metafórico del vocablo que lo toma como referido a lo que dura mucho, me referiré a algunas de las formas de tratamiento del concepto Eternidad. Tomamos como eterno aquello que no varía con el tiempo, lo que permanece en un presente interminable o en un estado en el que pasado, presente y futuro no se diferencian.

Analicemos lo dicho tomando lo que estipuló en 1814 el físico y astrónomo Pierre-Simón Laplace refiriéndose al determinismo del comportamiento de los sistemas mecánicos. Afirmó así Laplace: “Si una inteligencia sobrehumana pudiera conocer por un instante todas las fuerzas que animan la naturaleza y la situación mecánica en que se encuentran todos sus componentes y fuese capaz además de tratar matemáticamente esa situación, enlazaría en la misma fórmula los movimientos de todos los cuerpos del Universo y nada sobre el pasado y el futuro del movimiento de esos cuerpos serían desconocidos para esa mente, todo estaría presente en un instante ante sus ojos”. Para este ser, al cual se le conoce como Demonio de Laplace, la realidad toda se le presentaría como la Eternidad, poseería el atributo que solo a Dios se le reconoce.

El determinismo laplaciano, que en su tiempo se consideraba válido para toda la física, se basa en la mecánica newtoniana en cuya formulación matemática la magnitud tiempo se muestra como reversible, lo cual puede entenderse que las fórmulas del movimiento, por ejemplo, permiten tanto hacer predicciones para el presente como para el futuro y conocer lo ocurrido en el pasado. Esa reversibilidad del tiempo, la cual se aceptaba para toda la física, por lo menos en mecánica hoy todavía permite escrutar la Eternidad como el Demonio de Laplace.

Pero la física no es todo mecánica. En la Termodinámica, otra parte de la física, se muestra que el tiempo es irreversible esto es marcha en una sola dirección, siempre hacia el futuro. Esta condición del tiempo se halla implícita en la Segunda Ley de la Termodinámica según la cual la entropía, que es una medida del desorden, no tiende a disminuir. Eso conlleva a que, por ejemplo, que a partir de los fragmentos de un frasco roto no podemos esperar que éstos se ordenen reproduciendo el frasco original. Se puede predecir el futuro termodinámico pero no inferir el pasado con certeza. La termodinámica niega la Eternidad.

Pero acudiendo al análisis filosófico de conceptos como los de Eternidad y Tiempo, a la manera que lo lleva a cabo brillantemente Jorge Luis Borges en su ensayo “Historia de la Eternidad”, podemos encontrar entes a los que puede asignársele el atributo de la Eternidad. Para sus reflexiones, se remite Borges a los arquetipos de Platón, (los universales de la famosa disputa del medioevo), tomados por Plotino en sus Enéadas.

En algo así como el Cielo, habitan las Ideas, los arquetipos, los conceptos universales de los cuales los entes particulares

sólo son imperfectos reflejos cuya existencia lo es sólo por participación en la especie, el arquetipo, el concepto universal. Así tenemos que según platónicos y neoplatónicos, aquel triángulo o éste son entes particulares cuya naturaleza material el tiempo puede hacer variar, pero lo que no puede variar es el concepto triángulo, la triangularidad en el decir de Borges. El triángulo como arquetipo, como universal, no ha tenido principio ni tendrá final, posee atributo de Eternidad.

Con Borges pienso que la realidad es sólo lo tangible y lo inteligible por nuestro raciocinio, pero no podemos negar que Platón y sus ideas con atributos de Eternidad nos hacen pensar y pensar es un saludable ejercicio que no todos practican.

DOS VIDAS, DOS GENIOS, DOS ABSURDOS FINALES

Sin lo dramáticamente peculiar de sus vidas, habrían pasado a la historia de la ciencia, los nombres de Niels Henrik Abel y Evariste Galois, estos dos ilustres matemáticos por ellos y por la importancia de sus obras.

Niels Henrik Abel desarrolló su obra en los primeros años del siglo XIX. En su natal Noruega, pronto se destacó en el campo de las matemáticas a las cuales hizo aportes que sólo después de su muerte fueron altamente valorados. Sus trabajos se concentraron en la resolución de ecuaciones algebraicas y en la teoría de los grupos fundamental

concepto de la matemática moderna. Tal es la importancia de su contribución, que un tipo de grupos matemáticos se denominan abelianos. Con motivo de conmemorarse en el 2002 el bicentenario de su nacimiento, se instituyó el Premio Abel de Matemáticas en honor a él.

Pero de tanta gloria ni siquiera sospechó Abel por la indiferencia o por la ignorancia de sus contemporáneos que no lo reconocieron al menos en su inmediato entorno, cosa muy común. No obstante sus trabajos llegaron a Berlín y su universidad acordó nombrarlo profesor de su claustro, distinción inmensa, pero la notificación llegó adonde hubiera podido recibirla Abel, dos días después de morir víctima de la tuberculosis. Tenía tan solo 27 años.

Análoga a la de Abel es la historia del francés Evariste Galois. Vivieron en la misma época y se dedicaron también dentro de las matemáticas al estudio de los grupos, pero no tengo noticias de que se conocieran. Al igual que Abel, sus trabajos sólo fueron reconocidos, y de que manera, después de su muerte pero de tal forma que en cualquier texto de Algebra Moderna su nombre como el de Abel es citado alrededor de veinte veces.

Presumiendo su muerte escribió a un amigo una carta en la cual resumía toda su teoría de los grupos y le pedía que se la enseñara a los conocidos matemáticos Jacobi y Gauss solicitando su opinión. Al otro día de enviarla murió en un duelo a los 21 años de edad. El amigo no hizo lo que le pedía Galois. La carta apareció catorce años después.

Triste historia de dos genios cuyas vidas fueron tronchadas cuando comenzaban, ignorados absurdamente por sus contemporáneos. Hemos calificado el no reconocimiento a tiempo de ignorancia, abulia, indiferencia, pero no hemos

acudido a una explicación que es muy probable: la envidia, la envidia muy presente en estos casos, bien que lo saben los envidiables envidiados.

Me he referido varias veces al concepto grupo en el contexto matemático y quiero, como es mi costumbre, dar una idea de que se trata. En matemáticas, no es lo mismo grupo que conjunto. Todos los grupos son con juntos pero no ocurre lo contrario. Un conjunto, de números por ejemplo, es un grupo si una operación matemática entre ellos da como resultado un número que también pertenece a ese conjunto. Así los números enteros respecto a la suma, es un grupo: 2 más 5 da 7 que también es un número entero. Pero respecto a la división, no son un grupo: 2 entre 5 da 0.4 que no es un entero. Cuando el orden de los elementos no altera el resultado, por ejemplo el orden de los sumandos no altera la suma, el grupo se denomina abeliano en honor a uno de nuestros ilustres biografiados de hoy.

. LISA MEITNER, UN NOBEL NO OTORGADO

El 2008 será el año del 130 aniversario del nacimiento de la física austriaca Lisa Meitner. Para muchos nada significa este nombre, pero afortunadamente, la comunidad científica en su totalidad lo tiene inscrito como perteneciente a una de las mentalidades más notables en el campo de la física de nuestros días.

Desde el comienzo de sus estudios secundarios, Lisa Meitner mostró gran interés por la matemática y la física, algo nada común en una mujer por aquellos tiempos. Tuvo la suerte de ser alumna nada menos que de Ludwig Boltzmann quien,

como ella contó en una ocasión, le enseñó que la física es una batalla por la verdad.

Se graduó de física en 1906. En 1907 se traslada para ampliar estudios, a Berlín donde recibe clases de otro grande: Max Planck y conoce al químico Otto Hahn con quien comienza a trabajar. Tal cosa marcó su vida profesional para siempre con resultados, como veremos mas adelante, contradictorios, felices unas veces y lamentables otras.

En 1938, Alemania ya es la de Hitler, la Meitner, que es de ascendencia judía, emigra a Suecia.. En este país no será discriminada por judía pero si por mujer, situación que será siempre una impedimenta para ser reconocida como el talento que fue.

Desde Estocolmo se mantiene en contacto de trabajo con Otto Hahn en estudios sobre el núcleo atómico. Esta especialidad dentro de la física, la va acercando al empeño alemán de obtener energía del núcleo atómico que ya habían comenzado Fermi en Italia y Strassman y Hahn en Alemania. Lisa Meitner, tiene una intervención verdaderamente crucial, en el hallazgo teórico clave para la obtención de la energía atómica. Otto Hahn le escribió que había encontrado que tratando con neutrones el núcleo de uranio, se obtenía bario, lo cual no podía explicar. Adentrándose en ese problema, la Meitner llegó a prever nada menos que la fisión del uranio en dos núcleos casi de igual masa: el de bario y el criptón. Nada mas y nada menos que el procedimiento para obtener la energía atómica, y que mas tarde sirviera para construir la bomba atómica . Antes ya había Einstein dado a conocer su $E=mc^2$ para obtener energía de la masa que desaparecía en la fisión nuclear.

La Meitner no quiso colaborar en el proyecto de la bomba atómica,

Le sobaban méritos a Lisa Meitner para obtener el Premio Nobel en 1944, pero Otto Hahn en reprochable acto, por no enfrentar problemas presentando como colaboradora suya a una judía no la incluyó en su informe a la Academia.

No obstante, podemos decir, el mundo, le ha otorgado además del reconocimiento unánime a su genio, múltiples premios y condecoraciones, paradójicamente en 1954 ¡ la Medalla Otto Hahn!.

Lisa Meitner murió en 1968 cuando estaba al cumplir 90 años.

En 1992 se le dio el nombre de Meitnerio al elemento químico 109, en honor a la gran física austriaca

Todavía se le debe el Nobel.

LEONARDO Y EL HOMBRE DE VITRUVIO

Después de la Mona Lisa, quizás la obra pictórica mas famosa y reconocible de Leonardo Da Vinci es El Hombre de Vitruvio, esa imagen de un hombre con los brazos extendidos y las piernas separadas que tantas veces hemos visto.

Leonardo llamó Studio a ese cuadro que se conserva en la Real Academia de Venecia, en el que se simboliza al hombre como medida de todas las cosas, idea clave del pensamiento renacentista.

La figura del hombre aparece inscrita en un cuadrado y éste en un círculo. Las proporciones entre las medidas anatómicas tenidas en cuenta por el pintor, siguen los

cánones geométricos del arquitecto Marco Vitruvio Polión, el cual se cree vivió en el siglo I antes de Cristo. Se supone que las medidas del personaje representado en el cuadro, corresponden según los cánones al hombre perfectamente formado por lo que su figura puede ser inscrita a la vez en un círculo, que simboliza lo divino y en un cuadrado que representa lo humano.

El lado del cuadrado que es a la vez la altura del hombre, y el radio del círculo, distancia entre el ombligo y la punta de los dedos de la mano, guardan entre si la llamada Divina Proporción o Relación Áurea considerada como estéticamente perfecta por gran parte de quienes se relacionan con las artes plásticas según creencia muy difundida..

Se dice también que cumplen la Relación Áurea, la distancia de la parte mas alta del cuerpo al ombligo y la de éste a la planta de los pies. En sus obras Leonardo Da Vinci utiliza la Divina Proporción no solo en los cuerpos y los rostros sino también en el trazado del rectángulo en que enmarca sus pinturas

Al menor de los dos segmentos relacionados por la Divina Proporción, se le llama Segmento Áureo del segmento mayor. El Segmento Áureo es la media proporcional entre el segmento mayor y la diferencia entre ambos segmentos. Si dividimos la longitud del segmento mayor entre la del segmento Áureo obtendremos como resultado 1,621.

Además de su conocida genialidad en las artes plásticas, Leonardo Da Vinci representa el máximo exponente del sabio renacentista, al mostrar su excelencia en el conocimiento de lo mas avanzado de la ciencia de su época, en las ciencias naturales y exactas, en la ingeniería y en la

medicina. Por citar la que mas ha trascendido en la ciencia actual, me referiré a la llamada Ecuación de Continuidad de la Hidráulica. Según ésta, la velocidad con que fluye un líquido o un gas por una tubería conductora es inversamente proporcional a la sección de la tubería. Esa ecuación de Da Vinci es además la precursora de una mas general: la Ecuación de Bernoulli que tan presente deben tener los ingenieros que proyectan acueductos y conductoras, para escoger el material mas resistente. De lo que hemos visto sobre el dominio de varias disciplinas por Leonardo, no debe sacarse como conclusión que es posible formar sistemáticamente profesionales capaces de manejar varias ramas de la ciencia y de la técnica a la vez eficientemente. Talentos semejantes al de Da Vincie no registra muchos la Historia de la Humanidad, además los conocimientos que hoy se tienen no son los del Renacimiento, son enormemente mas y mas complejos, Pero esto no quiere decir que no debamos tener una cultura general que nos permita disfrutar de lo esencial y asequible que la sabiduría de portentos como Leonardo legó a la Humanidad.

CERTIDUMBRE E INCERTIDUMBRE

El Premio Nobel belga Ilya Prigogine, publicó en 1996 un artículo titulado “El fin de las certidumbres” en el cual exponía sus consideraciones acerca de las nuevas formas de enfocar la ciencia que comenzaron a surgir a principios del pasado siglo xx con el establecimiento de los principios de la Mecánica Cuántica aplicables al micromundo, y que luego esas formas de enfoque se extendieron al macromundo al salir a la palestra la “Teoría del caos” y sus afines.

Antes de estos hitos en la historia de la ciencia, las leyes que se manejaban eran deterministas y toda alusión que en la explicación de la realidad, se hiciera a lo fortuito, a lo solamente probable, era rechazado como anticientífico o poco serio. El principio de incertidumbre y después lo concerniente al caos, los fractales etc., luego del escepticismo inicial motivaron el estudio serio de estas nuevas materias actualmente enriquecidas con los aportes de Prigogine principalmente en temas de la termodinámica de no equilibrio, Términos como azar, fluctuación, desorden, no equilibrio que se utilizaban para descalificar un hecho, hoy forman parte imprescindible del vocabulario científico.

El convencimiento de la existencia inevitable de fenómenos o etapas de éstos, que son impredecibles por su naturaleza y no por deficiencias técnicas en su estudio, es algo que ha aportado el estudio sistemático de la “Teoría del caos”. El llegar a esa conclusión resulta de innegable utilidad, pues en

situaciones de eventos naturales como el paso de huracanes, permite obrar en consecuencia conociendo las características azarosas de éstos. Los nuevos conocimientos que Prigogine esboza en “El fin de las certidumbres”, muestra que no podemos evitar el caos por lo cual lo inteligente consiste en aprender a convivir con él.

Un sistema se considera que ha llegado a régimen de caos, cuando a partir de ciertos valores de los parámetros que lo rigen, las variables del sistema no presentan periodicidad alguna y muy pequeñas variaciones en las condiciones iniciales dan lugar a notables variaciones en los valores que toman las variables del sistema.

Algo más que muestran los estudios sobre el caos y temas afines, los cuales conforman una disciplina más general: la “Teoría de la complejidad”, es el hecho y esto es muy importante, de que elementos, cosas, objetos, que aisladamente no presentan ciertas propiedades, al conformar colectividades presentan esas propiedades. A estas propiedades se les asigna una denominación que constituye una categoría de la “Teoría de la complejidad”: Propiedades emergentes. Un ejemplo de surgimiento de propiedades emergentes se presenta en el fenómeno de la termorregulación de los tejidos vivos. La termorregulación no es detectable en una célula aislada, tal propiedad sólo surge al integrarse a una colectividad, a un tejido.

Otra temática que conforma la “Teoría de la Complejidad” la constituye la llamada “Termodinámica de no equilibrio” que se presenta en sistemas de comportamiento complejo como son los gases, los organismos vivos y otros. Cuando un sistema como los citados, alcanza espontáneamente el estado de máximo desorden como ocurre a un gas sobre el que no se

ejerce acción alguna, se dice que su entropía ha llegado al máximo valor posible en el sistema, constituyendo este estado el equilibrio termodinámico. Un sistema en este estado no es capaz de realizar trabajo alguno, es un sistema en estado de muerte térmica. Es por eso que para que un sistema no esté en ese estado de “muerte”, se necesita llevarlo al no equilibrio para que sea capaz de producir trabajo. Por el contrario, cuando se quiere que un elemento no deseado como el cáncer no se desarrolle, “muera”, resulta útil según el médico colombiano José Félix Patiño, propiciarle el equilibrio termodinámico.

Los principales trabajos de Ilya Prigogine, los que merecieron el Premio Nobel, fueron en “Termodinámica de no equilibrio”.

De propiedades emergentes, oí hablar con bastante acierto en una clase por televisión sobre Astronomía. En esta clase que mas bien fue de Astrofísica, se trató el hecho de que se han detectado una serie de fenómenos y propiedades antes no observados en cuerpos celestes aislados que al conformar colectividades como grandes galaxias o colectividades de galaxias, se ponen de manifiesto, surgen como propiedades emergentes. Entre esos hallazgos se cuentan la detección de huecos negros masivos los cuales se supone que haya uno en cada galaxia. Para la explicación de la existencia de los huecos negros masivos, de momento no existe una explicación definitiva. Lo que si es cierto es que tal como se manejan las teorías vigentes, la explicación no puede completarse. Aquí estamos ante algo sobre lo que he venido tratando en comentarios como el que titulé “ Hipótesis y realidad”, y que reafirma que las teorías que maneja la comunidad científica sólo son hipótesis de trabajo que se

utilizan para continuar las investigaciones y que se mantienen mientras no se llegue a algo que no pueden explicar como es el caso que ahora tratamos. Algunas veces basta con realizar algunas modificaciones en la teoría vigente.

De lo dicho hasta ahora podemos inferir que reconocer el fin de las certidumbres no constituye ni mucho menos, un fracaso de la ciencia, por el contrario es el hallazgo de un valioso conocimiento que permitirá avanzar con paso firme sabiendo a que atenerse, sin fanatismos ni autosuficiencias. Tener muy presente que las teorías científicas no son cosas terminadas, sino sistemas de conocimientos e investigaciones en constante desarrollo y evolución. Alguien que estudió a fondo el carácter provisional de las teorías, fue el matemático y filósofo francés Henri Poincaré, también precursor de la “Teoría del Caos”, y es por ello que algunas cátedras de la Complejidad en el mundo llevan su nombre. De igual forma se ha ocupado del tema, Ilya Prigogine, como ya dije en “El fin de las certidumbres”, por lo cual sería loable la idea de poner su nombre a algunas de las cátedras de la Complejidad que vayan surgiendo.

De todo lo visto en este trabajo, podemos sacar como conclusión, que la dedicación al estudio de la “Teoría de la Complejidad”, el cual necesariamente tiene que partir del conocimiento de sus conceptos fundamentales desde su significado en las ciencias naturales que les dieron origen, permitirá una base cognoscitiva para extender sus potencialidades a otras disciplinas tanto científicas como humanísticas. Para tal empeño, quienes tomen la iniciativa han de cuidar de no dejarse llevar por el significado que los

términos claves tienen en el lenguaje común pues ello conduciría a errores insalvables.

CALENTAMIENTO GLOBAL Y PROYECTO ITER

El calentamiento global se debe principalmente al efecto invernadero motivado por la expulsión de bióxido de carbono en el humo que vierten las industrias por sus chimeneas. Ese humo contaminante se produce al quemar combustibles como el petróleo que aunque considerado mineral su composición química es de origen orgánico. Los gases de invernadero son contaminantes por proceder de combustibles de composición orgánica o sea de moléculas carbonadas. Si se lograra la energía sin quemar combustibles tipo petróleo, no habría efecto invernadero.

El proyecto International Thermonuclear Energy Reactor (ITER) tiene por objetivo solucionar el problema energético mundial, mediante la obtención de la energía atómica que deriva de la fusión de núcleos de un isótopo del hidrógeno. que al unirse presentan una masa menor que la suma de las masas de los núcleos fusionados. Esa masa que se pierde en la fusión al multiplicarse por el cuadrado de la velocidad de la luz da un número enorme que sería el valor de la energía que se obtiene a partir de una cantidad ínfima de hidrógeno la cual se obtendría de una fuente prácticamente inagotable como es el agua de mar. El fabuloso enclave del ITER, cerca de Marsella, cuenta con un presupuesto

multimillonario costado por unas cuantas naciones altamente industrializadas que deben su poderío económico básicamente a tener sus territorios nacionales prácticamente sembrados de chimeneas emitiendo constantemente bióxido de carbono, naciones como todas las occidentales y otras como Rusia, Japón, India y otras. El éxito del proyecto ITER significará el final en el mundo de las chimeneas contaminantes..

Si antes del comienzo del funcionamiento de ITER, se decidiera una disminución drástica de chimeneas contaminantes, habría disminución también drástica del poderío económico de las naciones que subvencionan el ITER y éste podría colapsar.

De modo que ante la disyuntiva se presenta un problema de no fácil solución. Se hace necesario un plan a nivel mundial, que tendrá por fuerza que iniciarse con el trabajo de investigación y planificación de gran cantidad de especialistas de alta calificación en ramas de las ciencias naturales y exactas y en economía con el fin de implementar una estrategia que conduzca a una racional avenencia entre las dos situaciones que se presentan como antagónicas.

Se necesitará voluntad política con el significado elevado y digno que este concepto debe tener sin pretensiones a ningún nivel de posiciones protagónicas o hegemónicas..

Es urgente pues, a nivel mundial la preparación óptima de esos especialistas a los que antes me refirió, para lo cual hay que comenzar por ir formando inteligentemente vocaciones para el estudio de las ciencias naturales y exactas, dándole prioridad desde la secundaria básica, a las fundamentales Física, Química y Matemática las cuales resultan los

cimientos para edificar un mundo en el cual las chimeneas sólo sean piezas de museo.

EL EFECTO INVERNADERO

La mas intensa agresión que experimenta en la actualidad el sistema ecológico se debe a los efectos del llamado Efecto Invernadero . Para explicar en que consiste este fenómeno, debe conocerse como funciona un invernadero, el conocido lugar donde se mantienen plantas en condiciones climáticas apropiadas, artificialmente creadas.. Esencialmente un invernadero es un espacio donde se colocan las plantas sembradas en tierra, el cual se limita con paredes y techo de material transparente como el cristal. Ese material deja pasar la radiación ultravioleta que forma parte de la luz solar que llega a la superficie de la tierra. Al incidir la radiación ultravioleta en la tierra en el suelo del invernadero, esta comienza a emitir radiación infrarroja portadora de calor, el cual no puede salir del recinto del invernadero ya que el techo y paredes de éste no son transparentes a la radiación infrarroja. Ese calor que queda encerrado en el invernadero mantiene la temperatura requerida para la conservación óptima de los sembrados.

El efecto invernadero en el medioambiente es una reproducción del proceso que acabamos de describir, pero en el caso del fenómeno ecológico la barrera que retiene la radiación infrarroja y por ende el calor junto a la tierra elevando su temperatura, la constituye una capa de bióxido

de carbono que se forma por acumulación de este gas cubriendo grandes espacios de la superficie terrestre realizando una función similar a la del techo de un invernadero. El calor encerrado bajo la cúpula de bióxido de carbono eleva la temperatura ambiente a extremos que hoy ya son preocupantes.

La acumulación de bióxido de carbono se debe a la expulsión a la atmósfera del humo de las fábricas, en volúmenes crecientes con el impetuoso desarrollo industrial en el mundo. Otros gases además del bióxido de carbono contribuyen también al efecto invernadero pero el principal es el bióxido de carbono, cuya emisión trata de controlarse para evitar la catástrofe ecológica que puede producirse indirectamente por cambios climáticos indeseables y directamente por el deshielo de los casquetes polares, evidencias de lo cual ya se tienen como el reciente destrozo de una verdadera isla de hielo fragmentada por descongelación.. También el deshielo de los casquetes polares traerá como consecuencia significativas elevaciones del nivel del mar pudiendo ocasionar la desaparición de cayos e isletas.

El bióxido de carbono forma parte de la atmósfera. Es además componente principal del aire que respiramos en la fase final de la respiración. Aspiramos oxígeno y exhalamos bióxido de carbono. El bióxido de carbono no es respirable. En el proceso de fotosíntesis en la plantas, éstas absorben del aire el bióxido de carbono el cual catalizado por la clorofila reacciona con el agua que las plantas toman del terreno,, produciéndose glúcidos y otras sustancias que dan solidez a la estructura vegetal. La vegetación es por lo tanto un factor de purificación química del aire mediante el procedimiento

descrito de fotosíntesis. Un problema permanentemente pendiente para los ecologistas es por lo tanto la conservación y fomento de las áreas verdes.

Pero no todas las funciones del bióxido de carbono son perjudiciales, Este gas llevado a estado sólido constituye el conocido hielo seco que se utiliza en la industria del helado y también en la provocación de lluvia artificial.

Hacia una conciencia del control de la cantidad de bióxido de carbono y otros gases de invernadero, que inocular la industria en la atmósfera, necesariamente tiene que marchar la humanidad.

ARMONÍA EN LA MÚSICA Y EN LA CIENCIA

Tanto en la música como en la ciencia encontramos la armonía. La armonía universal tantas veces citada cuando se habla de la razón, de la lógica que rige los procesos naturales, la advertimos de similar forma tanto en una melodiosa sucesión de acordes musicales, como en la aparición una tras otra de las etapas de un amanecer. La fe de los científicos en la armonía universal, les permite esperar con certeza que el amanecer que hoy observaron, de igual forma se producirá mañana y todos los demás días. Un amanecer distinto sería un milagro y los científicos no creen en milagros.

Refiriéndose a la armonía universal el matemático y filósofo francés Henri Poincaré escribió en su libro "El valor de la ciencia" lo siguiente: "Los hombres piden a sus dioses que prueben su existencia con milagros, mas la eterna maravilla

es que no haya incesantemente milagros. Por eso, continúa Poincare, el mundo es divino, puesto que por eso es armonioso”.

Es armonioso decimos nosotros porque las leyes físicas que hoy lo rigen en determinado lugar son las mismas que regirán dentro de siglos y en la más alejada galaxia. Así como a la música la hace armoniosa el regirse por los cánones de los acordes consonantes, las leyes de la naturaleza siguen también cánones que como los de una obra musical son expresables en el lenguaje de la matemática. A veces cambia la forma de la expresión matemática que regula la ley, pero la armonía de ésta permanece. Así se tiene, que la atracción gravitatoria universal se expresó por la fórmula de Newton en un principio, hoy lo es por las ecuaciones de Einstein, pero la realización es la misma en la naturaleza que es donde reside la armonía universal la cual, según expresó Poincare, es la única realidad objetiva.

El sometimiento a la matematización de la música, análoga a la de la ciencia, es uno de los factores que la hace armoniosa. Es así que el filósofo alemán del siglo XVII Leibniz escribió: “La música es la alegría inconsciente del alma que calcula sin saberlo”. Y también :”La música es la imitación de la armonía universal incluida por Dios en el mundo”. Todavía sobre el tema, el escritor ruso Boris Kuznesov dice en su obra “Einstein, Vida, Muerte , Inmortalidad” refiriéndose a la música de Mozart, que en una nota, en un acorde, se encuentra la encarnación de la totalidad de la obra. Vemos aquí de nuevo en la música, la matemática y por ende la armonía universal, pues esto de la totalidad reflejada en cada parte es característica definitoria de entes matemáticos llamados fractales.

Pero hablando de matematización y de la obra de Mozart, de ninguna manera vayamos a pensar que la música de este genial compositor debe su excelencia a un frío sometimiento a rígidos cánones racionales, no Mozart es un compositor romántico. El romanticismo en arte se caracteriza por llenar de vida, de subjetividad, lo geométrico del arte clásico caracterizado por no apartarse del concepto abstracto, del canon heredado de la Grecia Antigua. Y esta vitalidad romántica, esta subjetividad se refleja de manera brillante en la obra mozartiana.

La música y la ciencia como exponentes de la armonía universal, se manifiestan por doquier. Ya he narrado en este espacio, que estaba presente en una clase de Física del profesor Gran en la Universidad de la Habana, cuando éste al terminar de explicar las ecuaciones de Maxwell, famosas por su elegancia, dijo: “Al comprenderlas, ¿no escuchan como una música?”. Los que en esa ocasión escuchamos con Gran la música de las ecuaciones de Maxwell, tenemos la suerte de oír algo semejante ante un bello producto de la razón. Y nos parece -guardando las enormes distancias- estar en una situación como la de Salieri escuchando mentalmente una obra de Mozart en aquel recordado filme Amadeus.

LO REAL, LO VIRTUAL Y LEWIS CARROLL

En una ocasión el prestigioso Premio Casa de las Américas en ensayo le fue concedido a un cubano por una obra cuyo

título es, en su parte inicial, “Del otro lado del espejo”. Por supuesto que no voy a referirme en este comentario al ensayo del que nada conocemos, pero sí a todo lo que de sugerente tiene un espejo en la literatura desde el punto de vista de sus curiosas propiedades físicas.

Un espejo plano, el cual es quizás el más sencillo dispositivo óptico, presenta una serie de propiedades que llaman la atención y que son muy fáciles de observar.

La más conocida consiste en que las imágenes en los espejos planos aparecen invertidas con respecto al objeto, pero no en el sentido de que la parte superior aparezca abajo y viceversa, sino que lo que en el objeto está dispuesto de derecha a izquierda en la imagen aparece de izquierda a derecha. Quien más y quien menos, lo ha comprobado colocando un letrero frente al espejo y es por eso que las ambulancias llevan el nombre al revés para verlo al derecho por el retrovisor del vehículo que vaya delante.

Eso de verse las cosas al revés es aprovechado por escritores, tomándolo directamente como Lewis Carroll en su narración “A través del espejo”. o metafóricamente como supongo que lo haga el autor premiado por Casa de las Américas, aunque quizás base sus metáforas en las propiedades que a continuación describo.

Otra de las propiedades de los espejos planos utilizada con intención literaria, es la que se presenta en el hecho de que la imagen en éstos es virtual.

Mucho se utiliza la palabra virtual. para referirse a algo que no es real o que su realidad no es completa o que es sólo supuesta. Para entender como se adapta a esto lo virtual de la imagen óptica, se hace necesario una breve explicación de cómo se forma la imagen por un dispositivo óptico.

Para obtener la imagen de un objeto, por ejemplo de un bombillo muy pequeño de linterna encendido con una lente o lupa, proyectando esta imagen en una pantalla, se coloca la lente entre el bombillo y la pantalla. Del bombillo sale un haz de luz en forma de cono cuya base incide en la lente. Al atravesar la luz la lente, el haz sigue en forma de cono pero ahora con base en la lente. En donde se forme el vértice del cono, ahí estará la imagen, ahí se coloca la pantalla y ahí veremos la imagen

Imágenes como esa, que se pueden ver proyectadas en una pantalla se llaman reales porque es la luz misma al concentrarse la que las forma. Los espejos planos, que son los que interesan a los escritores, no forman imágenes reales, forman imágenes virtuales. Veamos porqué.

La imagen de un bombillo encendido como el del ejemplo, se forma cuando sale del mismo el cono de luz que describimos antes, incide su base en el espejo pero no lo atraviesa, se refleja en él y la base del haz de luz vuelve hacia el lado donde está el objeto. La luz no se concentra como con la lente, imposible que la luz misma forme la imagen real, la imagen virtual se encontrará donde aparentemente se forme el vértice del cono del otro lado del espejo por prolongación también aparente del haz de luz

Resulta algo complicado, pero valdrá el esfuerzo repasar mentalmente lo explicado para entender en toda su significación poética las metáforas de los escritores. Es bueno que los receptores del mensaje tengan presente que los poetas manejan lo aquí explicado y esperan que ellos también tengan esa posibilidad.

HIPÓTESIS Y REALIDAD

Con el establecimiento en el siglo diecisiete de la Mecánica de Newton, que englobaba en un todo armónico una teoría que pretendía abarcar la explicación de la realidad, se suponía haber llegado a comprender la naturaleza y sus leyes.

Inspirado en este triunfo de la ciencia, El poeta inglés de la época, Alexander Pope expresó:

“La naturaleza y sus leyes yacían en las tinieblas.
Dios dijo: ¡Hágase Newton!, y la luz se hizo”.

Algunas leyes ya las habían de cierto modo encontrado algunos antecesores del sabio inglés tales como Kepler y Galileo a los cuales hizo justo reconocimiento al decir: “Si vi mas lejos que los demás fue porque pude subir sobre hombros de gigantes”.

A los hallazgos de Kepler y Galileo, les comunicó Isaac Newton mayor rigor y basado en el mismo logró lo que se conoce en la historia como la primera gran síntesis de las leyes de la física. En las tres leyes de la dinámica y en la famosa ley de la Gravitación Universal se basa toda la Física Clásica, la cual constituyó el fundamento de prácticamente toda la física hasta los comienzos del siglo xx y aun lo es hoy de la mecánica de los objetos del macromundo no animados de velocidades cercanas a la de la luz.

El método de razonamiento intrínseco en la Mecánica de Newton fue tomado por la ciencia en general y por la filosofía constituyendo el llamado Paradigma Newtoniano. El que ese paradigma fuera sustituido a principios del siglo pasado por lo que pudiéramos llamar Paradigma Cuántico-Relativista para el micromundo y altas velocidades, en nada rebaja la gloria de Isaac Newton y cuya teoría como ya dije, es la que se utiliza para lo de gran tamaño y no muy veloz, vale decir para lo cotidiano.

Cuando una teoría como la de Newton no puede explicar algunos fenómenos, es cuando la comunidad científica se da cuenta de que las teorías, como ya he explicado en otras ocasiones, no reflejan completamente la realidad y que solo constituyen una hipótesis de trabajo, un modelo para el estudio de la realidad como la maqueta que construye un urbanista para planificar una ciudad. Algunas veces esa hipótesis, esa maqueta es de imponderable genialidad como es el caso de la Mecánica de Newton.

En Filosofía de la Ciencia, a ese método estudiar la realidad mediante hipótesis o de maquetas como me he permitido llamarlas, se le llama instrumentalismo, constituye dentro del positivismo, una variante del pragmatismo de Dewey y el convencionalismo de Henri Poincaré.

Cuando en la Edad Media, Nicolás Copérnico enfrentó a la Iglesia aduciendo que la Tierra giraba alrededor del Sol, esa institución al principio no condenó al sabio polaco porque consideraba que la teoría de éste no era una descripción de la realidad sino sólo una hipótesis que facilitaba los cálculos. Aunque no existía el concepto, la Iglesia consideró a Copérnico como instrumentalista. Cuando éste insistió en que la Tierra se movía fue refutado y perseguido sus

seguidores. Así sufrieron persecución Galileo, Giordano Bruno y otros que no admitieron ser instrumentalistas y se empeñaron en afirmar que describían la realidad tal como era. Galileo fue obligado a retractarse pero lo cierto es que la tesis copernicana es sólo una hipótesis instrumentalista pues moverse o no moverse depende del punto de referencia. Sin embargo los que murieron en la hoguera dieron una lección de entereza al defender aquello en lo que se cree que es la verdad.

STEPHEN HAWKING Y LA REALIDAD

En sus escritos el célebre fisicomatemático inglés, Stephen Hawking, emplea frecuentemente la expresión: “conocer la mente de Dios” en un sentido definitorio de su posición filosófica ante el quehacer científico. Sobre todo la parte final de la frase, “mente de Dios” aparece en casi todo lo que se escribe o se dice sobre Hawking, y hasta en los textos en español, vemos esas palabras tal como las expresa en su idioma el científico: “mind of God”.

Hawking utiliza la expresión en el contexto de su criterio tantas veces sostenido de que con las teorías científicas sólo tenemos un instrumento, una hipótesis de trabajo para la continuación de las investigaciones, pero no el conocimiento de la llamada realidad., la cual sólo podríamos lograr si pudiéramos “conocer la mente de Dios”

Esa tesis de Hawking la toma del positivismo al que en una forma u otra de sus variantes, adhire el ocupante de la cátedra que en sus inicios fue de Isaac Newton.

Basándose en la tesis positivista de la falsación de Karl Popper en algunos tratados sobre metodología de la investigación científica, se suele presentar como ilustración del surgimiento y final de su vigencia, de una teoría, una historieta en la cual se narran las peripecias de un investigador eventual e ingenuo. El protagonista por alguna circunstancia que no interesa, se encuentra en un descampado y necesita encender una fogata. En su valija lleva una caja de fósforos, varias piezas de hierro, unas de forma irregular, y otras en forma de barras cilíndricas, así como piezas de madera también irregulares unas y en forma cilíndrica otras. Sin seguir método alguno, trata de prender fuego con varias piezas irregulares de hierro y al no poder, prueba con varias piezas cilíndricas de madera y en su ingenuidad infiere que lo que arde debe tener forma cilíndrica. Su teoría “cilíndrica” mantiene vigencia mientras sigue utilizando cilindros de madera. Cuando ensaya con un cilindro de hierro su hipótesis se viene abajo. Aparece entonces en escena un profesor, y el protagonista tiene oportunidad de consultar la mente de la sabiduría humana que no la mente del Creador y así salir de su error.

Los científicos verdaderos, para saber la realidad de su objeto de investigación y en general de la realidad en si, sólo podrían lograr su objetivo si fuera factible “conocer la mente de Dios” en el decir de Hawking.

Como esto no es posible, llega Hawking a expresar, ateniéndose al más radical positivismo, al referirse a la realidad: “yo no sé lo que es eso”.

A los que, como su colega Roger Penrose, no sustentan ese criterio, Hawking los llama platonistas.

Habrà que ver lo que piensa Penrose, de la realidad, de Platón y de la “mente de Dios”.

LAS TEORÍAS DE LA RELATIVIDAD DE EINSTEIN

Las Teorías de la Relatividad y su autor Albert Einstein, son conocidos por lo menos por sus nombres, por gran parte del mundo civilizado. Tanto por especialistas como por el público llano. Se da el caso de que hasta los no entendidos, algo saben de lo que tratan, sobre todo de una de ellas: la Teoría Especial de la Relatividad (TER).

Trataremos de presentar los aspectos más asequibles de la TER y de la Teoría General de la Relatividad (TGR).

La TER formulada por Einstein en 1905, se basa en dos postulados:

Primero. Las leyes de la física se cumplen en un sistema de igual forma ya sea que el sistema esté en reposo o que se encuentre moviéndose a velocidad constante.

Segundo. La velocidad de la luz es una constante que no depende del estado de movimiento de quien la mida.

El primero se refiere a que por los experimentos físicos que realicemos dentro de un vagón de ferrocarril herméticamente cerrado. No podremos saber si nos encontramos en reposo o

moviéndonos a velocidad constante. El segundo es más difícil de asimilar. Sabido es que la velocidad de un vehículo con relación a un motociclista que lo persigue será igual a la diferencia de ambas velocidades.. Si el vehículo mantiene la velocidad y la moto la aumenta, la velocidad del vehículo respecto a la moto irá disminuyendo, y si la moto llega a aparearse al vehículo, la mencionada velocidad relativa será cero.. En el caso que lo perseguido sea una señal luminosa la velocidad relativa de la señal respecto al perseguidor, será siempre la misma, según afirma el segundo postulado.

Una consecuencia de los postulados de la TER es que si una varilla rígida tiene una longitud l en reposo, al moverse a una velocidad v en la dirección de la longitud de la varilla, ésta se contraerá adquiriendo una nueva longitud: $l' = l(1 - v^2/c^2)^{1/2}$ donde c es la velocidad de la luz. Un simple cálculo nos muestra por la fórmula anterior que ninguna velocidad puede igualar y mucho menos superar la de la luz, pues en el primer caso la longitud l' se haría cero y en el segundo se haría una cantidad imaginaria.

Otras consecuencias son que el tiempo en un sistema en movimiento se dilata y que en iguales circunstancias las masas se contraen.

Por un proceso algo más complicado pero elemental, puede demostrarse la famosa fórmula $E=mc^2$, que muestra que si se pierde masa, se gana energía. Por pequeña que sea la pérdida de masa la ganancia en energía es enorme pues se multiplica por el cuadrado de c que es nada menos que 300000 Km/seg.. Este es el fundamento de la obtención de energía atómica.

La TGR resulta algo más difícil de explicar, pero a grandes rasgos se refiere a que si estamos en un ascensor detenido

herméticamente cerrado y nos pesamos en una báscula , al ver que ésta marca mas de pronto, no podremos saber si es que un cuerpo muy pesado debajo del ascensor nos está atrayendo gravitatoriamente , o si es que el ascensor comenzó a subir aceleradamente.

Las Teorías de la Relatividad, la Mecánica Cuántica y la Teoría de la Complejidad, constituyen paradigmas de la ciencia del sSiglo XXI.

Bibliografía.

Einstein, A.1984.The Meaning of Relativity. MJF Books.New York.

Landau, L. y E. Lifschitz. 1959.Teoría Clásica de los Campos. Reverté. Barcelona.

¿QUÉ ES LA COMPLEJIDAD?

La complejidad es una forma de analizar, de reflexionar sobre determinados aspectos de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, los cuales presentan ciertas características que los clasifican como sistemas de comportamiento complejo. Características como son fundamentalmente las que mas adelante trataremos.

.

Los sistemas de comportamiento complejo necesitan para ser determinados de un programa que medirá el grado de

complejidad por la cantidad de información que contenga. En términos matemáticos, por el número de bits o longitud del programa. Característica esencial de estos sistemas es el hecho de que constituyen colectivos en los que surgen propiedades al constituirse éstos y que no presentaban sus elementos aisladamente.. A éstas se les llama propiedades emergentes. Las variaciones en la cantidad, valor y propiedades en general de los sistemas que estudia la complejidad, no lo hacen de forma directamente proporcional o como se dice en matemáticas de forma lineal, sino de forma no lineal. Cuando la causa de la variación, por ejemplo, se duplica, el efecto no se duplica, puede digamos, triplicarse.

Las variaciones que experimentan los sistemas de propiedades complejas pueden llegar a situaciones en que no sean predecibles y que muy pequeñas variaciones en las condiciones hasta cierto momento existentes, provoquen grandes cambios irregulares, no periódicos, en las propiedades, cantidades o valores del sistema. Se dice entonces que se ha llegado al caos, teniendo este vocablo una connotación especial en la teoría que estudia la complejidad. Es un concepto que, como otros de la Teoría de la Complejidad, tuvo su origen en las matemáticas. Hay ecuaciones o sistemas de ecuaciones que a partir de ciertos valores de las variables, los valores que siguen resultan impredecibles, aperiódicos, se dice entonces que se ha llegado al caos determinista, determinista porque se somete, aún con las características citadas, a regularidades que se estudian y se tratan con métodos de las ciencias exactas, naturales y humanísticas.

Esa característica de los sistemas en régimen de caos, de pequeñas causas provocando notables cambios en los efectos, ha pasado a la cultura pudiéramos decir popular, descrita como que “el aleteo de una mariposa en New York es capaz de provocar un tiempo después un huracán en Pekín”, lo que ha motivado que el caos sea conocido como Efecto Mariposa. Y ya llegado a este punto podemos ir comprendiendo como conceptos como el de caos y otros de la Complejidad, manejados inteligentemente y con cabal entendimiento del concepto en su significado originario, pueden ser extrapolados a otras ramas del conocimiento universal y con procedimientos análogos de razonamiento a los originarios, enriquecer teorías de disciplinas como, economía, sociología, filosofía, psicología además de las distintas ramas de la ciencia, física, química, biología, que fueron donde surgieron los conceptos básicos de la Complejidad.

Además, y esto es muy importante, la teoría del caos, vertiente principal de la Complejidad,, al mostrarnos que en un momento dado multitud de procesos se hacen impredecibles, y que esto es algo que forma parte de la realidad, que no podemos evitar, el enfrentarnos racionalmente a esta realidad y actuar en consecuencia, es algo que nos lo permite el estudio a fondo de la teoría del caos. Nos permite trazar estrategias ante eventualidades en todos los terrenos de la vida. Hace unos años ocurrió que en México y mas tarde en varios países asiáticos, hubo una caída estrepitosa de las bolsas de valores, las cuales comenzando en puntos localizados, se propagaron caóticamente por casi todo el mundo por lo cual remedando lo del Efecto Mariposa, se les llamó a esos eventos, Efecto

Tequila al de México y Efecto Dominó al asiático. Muy presente estuvo la teoría del caos y por ende la de la Complejidad en los pasos dados por los economistas para superar esas crisis.

Otra muy importante vertiente de la Complejidad la constituye la Termodinámica de No Equilibrio, que, como su nombre indica tiene su origen en la termodinámica, pero que sus conceptos esenciales extrapolados racionalmente pasan a ser poderoso instrumento investigativo en disciplinas como la sociología y la economía. En esta vertiente de termodinámica de no equilibrio y a partir de los aportes del Nobel belga Ilya Prigogine., se hace énfasis en los conceptos de equilibrio y orden que partiendo de la termodinámica son conceptos antagónicos aunque parezca extraño. En este contexto, el equilibrio es el estado al que espontáneamente tienden los sistemas y si bien se analiza, esa tendencia es hacia el desorden. Enciérrese un gas en una caja y de momento ábrase un extremo de ésta; espontáneamente las moléculas del gas se regarán, se desordenarán y en ese desorden permanecerán, será su estado natural, su estado de equilibrio como entiende la termodinámica. Para ordenar las moléculas del gas de nuevo habría que hacer fuerza sobre ellas, empujarlas hacia la caja. El orden no es espontáneo, hay que imponerlo, bien que lo sabemos. Pero un sistema equilibrado no suele ser útil. Un gas en una jeringuilla sin émbolo, está desordenado, en nuestro contexto equilibrado, pero no produce movimiento. Si lo comprimimos con un émbolo, lo ordenamos, lo desequilibramos pero estará apto para realizar un trabajo cuando soltemos el émbolo y se expanda. Es por ello que, aunque parezca paradójico, para lograr movimiento es

necesario propiciar el no equilibrio. Manejado racionalmente este hecho puede resultar positivo en importantes momentos. En los saltos cualitativos de cambio de estructuras socioeconómicas, se suelen presentar. en el momento de producirse, inestabilidades, desequilibrios, que pueden tomar la forma de contradicción entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción aunque esto no signifique una necesidad histórica. La termodinámica de no equilibrio predice y así se cumple, que a partir de la inestabilidad, del no equilibrio, la estructura se estabiliza en un nuevo estado. Pero como todo orden hay que mantenerlo pues no es espontáneo como vimos. Para lograr ese orden sostenido gran aporte hace la Teoría de la Complejidad sobre todo en la vertiente de la termodinámica de no equilibrio debidamente extrapolada desde sus conceptos originarios. En la actualidad a nivel mundial se realizan intensos estudios de la Complejidad. .En los planes de estudio de las enseñanzas superior y media aparecen destacados espacios dedicados a la Teoría de la Complejidad a nivel mundial. Antes de finalizar debemos expresar nuestra opinión de que, quienes seducidos por el sugerente significado que algunos de los términos del glosario de la Complejidad tienen en el lenguaje común como caos y complejidad, se sienten motivados a incursionar en extrapolaciones de conceptos, antes deben adentrarse en los fundamentos originarios de los mismos casi todos concebidos en el campo de las matemáticas y las ciencias naturales .para evitar caer en lo metafórico.

EL POEMA EN CATALÁN L´HOLOGRAMA Y LO POÉTICO EN LA CIENCIA

A finales del pasado siglo xx, al poeta catalán Iván Tubau se le otorgó premio por un poema que en castellano tendría por título El Holograma y en lengua del autor L´Holograma.

Para quienes en los últimos años se han interesado por la ciencia, el título los acerca a una interesante técnica de reproducción de imágenes mediante la cual se obtiene de un objeto, un negativo que al ser logrado con luz láser constituirá lo que se llama un holograma, el cual tiene la propiedad de que al ser iluminado con luz también láser, permite ver una imagen tridimensional del objeto. Otra propiedad del holograma la cual es la que mas nos interesa, consiste en que un fragmento del negativo por pequeño que sea, al ser iluminado con láser dará la imagen del objeto en su totalidad como la hubiera dado el negativo completo..

Quienes sólo conozcan el título, podrán pensar que el poema es un canto a la belleza de un holograma, pero no es así. En el poema L´Holograma, se utiliza con singular maestría la interpretación filosófica y pudiéramos decir teológica de la peculiaridad física antes descrita que presenta un holograma. Veamos como lo hace el poeta. Comienza con lo que en traducción libre diría así: :

“Mira tierna amiga/ ahora que hicimos el amor/ el negativo de la fotografía/de nuestro dia de sol en la playa”.

Debemos fijarnos en que dice fotografía, o sea todavía no habla de un holograma. Ahora le propone un experimento:

“Parte por la mitad el negativo/ revela las partes/ en una
estaré yo tan solo/en la otra no mas tu sola por siempre”.

A continuación dice que ha tomado también una holografía:

“Pero también tomé una holografía/ Parte el negativo en mil
pedazos/ ilumina uno solo de ellos con láser/ en ese y en
todos estaremos los dos y el sol del mediodía”.

Y ahí está la sorprendente propiedad del holograma. Cada
fragmento de la placa reproduce la imagen en su total
tridimensionalidad como lo hubiera hecho el negativo
completo. Cada fragmento contiene las posibilidades del
todo.

Eso de que en cada fragmento aislado esté en potencia el
todo, sugiere al poeta la elaboración de una alegoría
incalculablemente rica en símbolos que comienza a
desarrollar en la siguiente estrofa:

“Cada minúsculo trozo del holograma/ contiene la imagen
entera de la escena/en la que tu y yo estamos siempre unidos/
en un pequeño instante del amor de estío”.

Esos trozos aislados reflejando el todo adquieren un
significado que el poeta maneja explícitamente mediante
alegoría teológica así:

“No es cierto que Dios nos haya hecho/ a imagen suya/ cada
uno de nuestros átomos/ es Dios en su totalidad, como en el
holograma”.

El poema en catalán L´Holograma, cuya traducción libre y
parcial hemos intentado presentar, se incorpora con acierto a
un movimiento existente entre poetas y prosistas animados
de la vocación de evidenciar la poesía que subyace en la
ciencia, entre los que se han destacado Borges, Alberti, y
sobre todo Ernesto Cardenal con sus magistrales “Cántico
Cósmico” y “Versos del Pluriverso”.

Los cuantos, la Física y la Mecánica Cuántica.

Las radiaciones electromagnéticas como la luz, las de radio, los rayos infrarrojos y ultravioletas, etc., tienen la curiosa propiedad de que para ciertos fenómenos como las interferencias luminosas, el arco iris y otros se comportan como **ondas** (la propagación de una vibración u oscilación) y en otros como los fotoeléctricos (célula fotoeléctrica) se comportan como un flujo o chorro de partículas llamadas **cuantos** que en el caso de la luz se llaman **fotones**. Esta curiosa propiedad se llama “naturaleza dual de la radiación”, que en el caso lumínico recibe el nombre de “naturaleza dual de la luz”.

Los cuantos *no son* partículas de sustancia, son partículas de energía. Son la menor cantidad de energía que puede haber de determinada radiación. Así por ejemplo, la menor cantidad de energía que puede haber de luz verde, es el cuanto o fotón de luz verde. No puede haber medio cuanto, ni un tercio de cuanto. ni nada por el estilo.

El número oscilaciones por unidad de tiempo en las ondas se llama frecuencia (la representaré por f , en muchos libros se representa por la letra griega ν : ν). Por analogía a los cuantos también se les asigna una frecuencia f . En el caso de la luz cada color se diferencia por su frecuencia. El rojo tiene relativamente baja frecuencia y el violeta, alta, pero todos tienen su frecuencia característica.

Los cuantos tienen una energía E que viene dada por la fórmula:

$$E = h f$$

Donde h es la *muy importante* constante de Plank, que veremos en *todas* las ecuaciones de la Mecánica Cuántica.

La constante de Plank h , tiene un valor sumamente pequeño, tanto que h sólo tiene un valor significativo cuando aparece junto a magnitudes sumamente pequeñas, que son las que trata la Mecánica Cuántica, o sea las relativas a átomos, electrones, fotones, protones, neutrones, etc., que constituyen las llamadas partículas elementales y son, repetimos, el tema de la Mecánica Cuántica y de la Física Atómica, que son las ciencias del *micromundo*.

Cuando se trata de la física de las cosas grandes, o sea del *macromundo*, que es la física habitual del movimiento de los vehículos, proyectiles, etc, la h se hace insignificante y no aparece en sus ecuaciones. La característica matemática de la Mecánica Cuántica (MC) es la aparición en todas sus ecuaciones de la constante h .

En la MC, es *fundamental*, el Principio de Incertidumbre o de Indeterminación de Heisenberg, que expresa que de una partícula del micromundo (electrones, etc.) no se puede determinar a la vez, con la misma precisión, su posición x , y su cantidad de movimiento p (velocidad multiplicada por la masa). Esto es, mientras menos error en la medida de x cometamos, mayor error cometeremos en la medida de p . Podemos decir, no podemos, en el micromundo, medir a la vez, con precisión , la posición y la velocidad de una partícula.

Es por lo anterior, que en la Mecánica Cuántica, no se puede determinar con precisión el comportamiento de un sistema físico, sólo se puede hallar la *probabilidad* del

comportamiento de un sistema. La probabilidad es una característica que diferencia radicalmente la Mecánica Cuántica de la Mecánica del macromundo.

El Principio de Incertidumbre de Heisenberg, se puede expresar con símbolos matemáticos así:

$$(\Delta x) (\Delta p) \rightarrow h$$

donde Δ error, imprecisión, y un entreparéntesis al lado del otro, significa que se multiplican, y la flecha quiere decir “aproximadamente igual”.. Se puede ver que si Δx se hace grande, entonces Δp se tiene que hacer pequeño para que su producto se mantenga aproximadamente constante o sea aproximadamente igual a la constante h . Y esto es lo que dice el Principio de Incertidumbre de Heisenberg..

LA GENÉTICA

La Biología como disciplina académica, ha ido modificando su método de análisis y exposición a medida que la Ciencia en general se desarrolla. De un carácter netamente

descriptivo de entes naturales y de su inerrelación entre si y con el medio, sin profundizar en causas ni apelar significativamente a otras disciplinas como la Química y la Física. Al irse desarrollando la Química, se fue advirtiendo la necesidad de aplicar los principios y métodos de ésta a la comprensión de los entes y procesos biológicos, lo cual devino en la fundación de la Bioquímica. Dado que la fundamentación teórica de la Química, se asienta principalmente en la Física, los aportes de esta rama del saber a la Biología y a la Bioquímica, se hicieron cada vez mas necesarios y así ha surgido en los últimos tiempos la Biofísica. La Matemática como poderoso instrumento de raciocinio y exposición de la Física , hace que los métodos de la Fisicomatemática se hagan imprescindibles para una cabal comprensión de la Moderna Biología y ciencias afines a ésta.

La Genética es una rama de la Biología, que experimentó en los finales del pasado siglo XX un significativo desarrollo, el cual se ha tornado impetuoso para hacer de la Genética una de las disciplinas científicas mas importantes del presente siglo XXI.

Nos proponemos en este trabajo mostrar un ejemplo del aporte de los métodos de la fisicomatemática a la comprensión y desarrollo de uno de los mas importantes temas de la Genética: la síntesis de las proteínas en los organismos vivos.

Las proteínas se producen por síntesis de aminoácidos de los cuales se conocen veinte. La síntesis es un proceso de ordenamiento, en este caso, de los aminoácidos. Este ordenamiento no se produce al azar sino regulada por la información suministrada por el código genético contenido

en el ácido desoxirribonucleico o ADN, trozos de cuya molécula son los genes, los cuales se encuentran en los cromosomas, como parte de las células. La información es comunicada por el ácido ribonucleico mensajero mRNA contenido en los ribosomas.

El ADN está compuesto por dos cadenas de nucleótidos entrelazadas unidas por pares de bases nitrogenadas constituyendo una doble hélice (una hélice es una curva que asemeja una escalera de caracol,), figura que en los medios se toma como icono de la genética.

Cada nucleótico está formado por un azúcar, un cuerpo fosfatado, y una de las bases nitrogenadas citadas: Adenina, Guanina, Citosina y Timina. Las distintas secuencias de estas bases determinan las propiedades del gen y hacen del ADN una identificación personal similar a la de las huellas digitales.

Como ya vimos la síntesis de las proteínas es un proceso de ordenamiento lo cual aparenta incumplir el Segundo Principio de la Termodinámica según el cual todos los procesos de la naturaleza tienden espontáneamente al desorden, al aumento de entropía, con disminución de energía libre. Sin embargo se producen procesos biológicos como la síntesis de las proteínas en los cuales aumenta el orden, son anti-entropicos, y en vez de liberar energía, necesitan de ella para producirse, esto es, son procesos endoenergéticos, cuando, por el Segundo Principio de la Termodinámica deberían ser exoenergéticos, liberar energía.

La explicación que se da a esa aparente violación del Segundo Principio, es que el aumento de la entropía se refiere a la total en el Universo y que conjugados con procesos anti-entropicos como la síntesis de las proteínas, en

el organismo se producen procesos en que sí aumenta la entropía y desprenden la energía que necesita un proceso endoenergético como la síntesis de las proteínas.

El proceso que desprende la energía necesaria para la síntesis de las proteínas es el de la descomposición (desordenación) del adenosín trifosfato, ATP, reacción que es como la descarga de un acumulador, en este caso el ATP. La formación del ATP, la carga del acumulador, se produce en procesos como la glicolisis, mediante el cual se toma la energía de un azúcar para fosforilizar a un difosfato como el adenosín difosfato ADP para pasarlo a un trifosfato como el adenosín trifosfato ATP.

La reacción química de la glicolisis es cíclica, quiere decir que espontánea y periódicamente, van aumentando y disminuyendo las concentraciones de los productos que intervienen en la misma. La explicación físico-matemática de las reacciones oscilatorias la presentaremos mediante el tratamiento matemático del sistema dinámico que modela la glicolisis, formado por las siguientes ecuaciones.

$$\dot{x} = -x + ay + x^2y$$

$$\dot{y} = b - ay - x^2y$$

donde x concentración del ADP, y concentración del azúcar, a , b parámetros que regulan la reacción. Las ecuaciones permitirán representar en un gráfico (x,y) los distintos estados por los que atravesará la reacción.

Con el tratamiento del sistema dinámico de la glicolisis, proceso esencial para comprender la síntesis de las proteínas, en la cual se produce el ordenamiento de los aminoácidos

respondiendo al código genético, hemos dado un importante ejemplo del esencial papel que desempeñan los métodos fisico-matemáticos en el estudio y desarrollo de la Genética.

Bibliografía

González, J.2006 Tratamiento de los Sistemas Dinámicos.

En www.casanchi.com

Strogatz, S.H.2000. Non Linear Dynamics and Chaos.

Perseus Books Publishing. United States of America.

Volkenshtein, M.V.1985. Biofísica. Mir. Moscú.

LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA

Abordaré esta aproximación a un análisis del proceso de la evolución biológica tomando en cuenta que un sistema biológico es un sistema termodinámico abierto lo cual quiere decir que intercambia materia y energía con el exterior.

Mediante ese intercambio el sistema puede encontrarse alejado del equilibrio termodinámico, en el no equilibrio termodinámico tan necesario para posibilitar la vida, el movimiento.

Puede tenerse clara idea de lo que es el equilibrio termodinámico y de la importancia del no equilibrio mediante un ejemplo tomado de la física. Si calentamos una barra metálica por un extremo y la dejamos que evolucione

libremente, llegará a adquirir una temperatura uniforme, la entropía, el desorden de las partículas del metal, habrá llegado al máximo, se habrá alcanzado el equilibrio termodinámico después del cual ya no habrá evolución alguna, habrá ocurrido la llamada “muerte térmica” del sistema.

El intercambio de energía y sustancia del sistema biológico con el exterior garantiza la no llegada de la entropía al máximo, esto es, propicia la evolución.

Este proceso de evolución de los sistemas biológicos se cumple en todos los niveles desde la célula, al individuo, la especie y la sociedad. En este proceso evolutivo aumenta la complejidad de los sistemas la cual se mide en bits cuyo número es aproximadamente igual al número de pares de bases nitrogenadas en el ADN y con la complejidad aparecen las propiedades emergentes o sea las que sólo se manifiestan por sinergia al integrarse los colectivos y que no presentan los elementos por separado.

En el proceso evolutivo se verifican cambios que pueden ser mecánicos, químicos o de otra índole, de carácter no lineal, esto es de retroalimentación que propician la autoorganización de los sistemas biológicos. En este proceso, el sistema experimenta efectos no siempre deterministas, debidos al azar, fluctuaciones que pueden llevarlo a un estado estacionario inestable. A partir de una inestabilidad, puede pasar a estabilizarse en un nuevo estado de organización después de explorar otras posibilidades de las cuales elige a la que reúne mejores condiciones de adaptación. Aplicado este proceso a las especies vemos algo semejante a lo que en la teoría de la evolución de Darwin aparece como selección natural..

En la evolución biológica se producen procesos de transformación semejantes a las transiciones de fase de segundo género como las de las sustancias paramagnéticas a ferromagnéticas por pequeñas variaciones de la temperatura de Curie

En la evolución aumenta la complejidad y la información .En el enfoque taxonómico de la evolución biológica del hombre la complejidad y la información van aumentando con la individualización, esto es, el programa va aumentando su longitud en bits según vaya pasando del correspondiente a la codificación del reino, pasando por la especie hasta llegar al individuo. El aumento de la información en el desarrollo evolutivo, se produce bien por la separación del ruido o como resultado de la memorización de la elección aleatoria producto de la exploración de posibilidades.

No todo queda claro en la explicación física de la evolución biológica, pero mucho se ha avanzado a partir de los aportes de la termodinámica de no equilibrio plasmados en los trabajos de Ilya Prigosine., la Teoría de la Complejidad y la Teoría de la Información así como de la Genética en lo que se refiere a la transmisión, codificación y memorización de la información mediante el ADN y el ARN

¿LA ÚLTIMA MATRIUSHKA?

Muy a menudo se utiliza para dar una idea del concepto de infinito, el conocido juguete de la Matriushka ,el cual consiste en una serie de muñecas iguales pero de tamaños

que ven desde el de la mas grande, disminullendo gradualmente , dispuestas cada una dentro de la que le sigue en tamaño de modo que la mas grande lleva dentro de si a todas las otras. Se presenta como una idea del infinito, pues teóricamente, no habría límite de pequeñez, las Marriushkas serían infinitas. Pero es el caso que quizás físicamente ni siquiera teóricamente pueda llegarse a la longitud cero de nada, pues en teorías que en la actualidad se manejan, como la de las cuerdas, se postula que la longitud mínima a la que puede encogerse un objeto es la llamada longitud de Planck, sumamente pequeña pues su valor es de cero enteros con el punto decimal seguido de treinta y tres ceros antes de que aparezca la primera cifra significativa y todo esto, en milímetros. Sumamente pequeña si, pero no cero. De modo que si se pudiera seguir obteniendo Matrushkas, cada vez mas pequeñas, se llegaría a una Matriushka límite . la que tuviera la longitud de Planck.

La aparición del concepto longitud de Planck, ha traído consigo importantes modificaciones en criterios que hasta ahora habían prevalecido incommovibles. Bastante se ha divulgado la teoría del Big- Bang con su poca digerible afirmación de que el universo que conocemos, se originó en la explosión nada menos que de un punto sin dimensiones, un punto matemático y por tanto sin longitud, sin ancho y sin espesor. Con el surgimiento del concepto de la longitud de Planck como la mínima posible, el universo ya no tenemos que imaginarlo como surgiendo de un punto geométrico, algo que a la mente le es difícil concebir.

Pero a conclusiones mas profundas ha llevado la longitud de Planck Conclusiones que también atañen al Big-Bang. Resulta que según el Principio de Incertidumbre de

Heisenberg, mientras con mas precisión se mida la longitud de un ente físico, mas imprecisa y fluctuante será la medida del estado de moviendo de ese ente. Así que la posición de un pequeñísimo corpúsculo podrá ser ubicada en una zona de longitud de Planck que puede ser en el vacío absoluto., con gran precisión por lo que según el Principio de Incertidumbre, la velocidad y por tanto la energía del corpúsculo variará fluctuante, imprecisa, impetuosamente. Al variar la energía aunque sea en el vacío, se originará materia en virtud de la fórmula de Einstein $m=E/c^2$. De manera que en el vacío que suponía la teoría del Big-Bang, existía en inicio de todo, se generaría materia por lo cual se deduce que ese vacío no era tal.

Claro está que todo lo expuesto es una teoría y por tanto es sólo una hipótesis con la cual la ciencia trabajará mientras hechos o incongruencias en su lógica interna no decreten su modificación o abandono. y restituyan a la Teoría del Big-Bang su forma original y se vuelva a creer que no habrá una última Matriushka.

LA TEORÍA DE LAS CUERDAS

Una de las teorías que más acapara la atención de físicos, matemáticos y cosmólogos, es la llamada Teoría de las Cuerdas, la cual constituye una alternativa a las variantes de la física de las partículas en los empeños unificadores de las teorías científicas que comprenden como uno de los principales temas el de la unificación de las fuerzas de la naturaleza a la que dedicaron sus mayores esfuerzos intelectuales Albert Einstein, Theodor Kaluza, y John Wheeler entre otros.

Las distintas vertientes de la Teoría de las Cuerdas, ha tenido gran desarrollo mostrando en general gran coherencia y lógica interna, pero con el gran inconveniente de que no se han podido llegar a cabo confirmaciones experimentales por grandes dificultades técnicas para su desarrollo. No obstante resultan tan interesantes los hallazgos teóricos obtenidos por los científicos de las cuerdas, entre los que destacan Michael Green, Brian Greene, Edward Witten, y otros como Eugenio Calabi y Shing-Tung Yau, que no obstante la hasta ahora no lograda confirmación experimental, se continúa con gran optimismo trabajando en la teoría en cuestión.

Según la teoría de las cuerdas los constituyentes últimos de la materia, átomos, electrones, etc., no son partículas prácticamente adimensionales como plantean la Teoría Estándar y la Electrodinámica Cuántica y sus vertientes, sino unidimensionales e imperceptibles directamente, cuerdas abiertas o cerradas, que no obstante su pequeñez superan la longitud límite o longitud de Planck condición que no presentan las partículas.

Las cuerdas que nos ocupan a semejanza de las de los instrumentos musicales poseen frecuencia propia aunque,

por supuesto, no suenan. Según la frecuencia, nuestras cuerdas serán cuerdas protones, cuerdas electrones, etc. También están las cuerdas portadoras de fuerza como las cuerdas, fotones y demás. Y es entre estas últimas que la Teoría de las Cuerdas ha hecho una de las predicciones más importantes al fundamentar la necesidad de la existencia de las portadoras de la fuerza de la gravedad, los supuestos pero hasta ahora no detectados gravitones. La fundamentación como consecuencia que emerge de la lógica interna de la Teoría de las Cuerdas, constituye según Witten una comprobación lógica de la certeza de ésta, que tiene fuerza como una comprobación experimental.

Otra de las ventajas que presentan los teóricos de las cuerdas está relacionada con las rugosidades del espacio-tiempo debidas a las fluctuaciones cuánticas. Dichas fluctuaciones son explicadas por el Principio de Incertidumbre de Heisenberg aplicado en el nivel subplanckiano al par energía-tiempo: la imprecisión de las duraciones del tiempo acarrea imprecisiones de la energía lo cual por $E=mc^2$, motiva la creación de pares partícula-antipartícula y la consiguiente deformación rugosa de la curvatura del espacio-tiempo. Esa pérdida de la "suavidad" de la curvatura hace inaplicable la Teoría General de la Relatividad al aparecer indeseables infinitos. Y es esa dificultad la que según la Teoría de las Cuerdas no se "presenta" ya que los medios de detección son cuerdas las cuales por sus dimensiones superiores a la longitud de Planck, no "advirten" las rugosidades subplanckianas. Nos parece exagerado este radical razonamiento positivista. ¿no se "presenta" la rugosidad o no "vemos# la rugosidad?. Suena como aquello de que "ojos que no ven, corazón que no siente".

De todos modos, en general la Teoría de las Cuerdas, por su formal aplicación del método científico y sus lógicas conclusiones, es posible que en un futuro cercano pueda tener convincente verificación.

Bibliografía

Greene, B.. 1999. The Elegant Universe.Vintage Books. New York.

Hawking, S. 2000.El Mundo en una Cáscara de Nuez.. Editorial Crítica, Barcelona.

ENERGÍA Y CULTURA

Mucho se habla en nuestros días de energía en los medios, publicaciones y foros. De la importancia e implicaciones económicas, políticas y sociales que a nivel mundial tiene la energía, es consciente toda persona medianamente culta. Sin embargo del concepto físico de energía no todos tienen una idea clara.

Con los notables avances de la ciencia y la técnica, una cultura general tiene que comprender el conocimiento de conceptos básicos que sin ser a nivel de los que necesita un especialista de las distintas ramas científicas y técnicas , tienen que manejarse para evitar confundir ideas sobre

problemas que a todos atañen. Profesores y especialistas en el tema, deben ser los principales divulgadores de los conceptos fundamentales relacionados con la energía, su obtención, ahorro, etc., a través de los medios y en el desarrollo de la docencia.

Me permito sugerir a los profesores, estudiantes y especialistas, que la divulgación sobre energía, ya sea escrita o expuesta en charlas o conferencias a un público no especializado, siga un nivel de contenido como el que a continuación expongo, el cual la experiencia me ha indicado que resulta asequible.

Un concepto sobre el cual suele tenerse una idea equivocada, es el de energía en el contexto de las ciencias naturales, que es el necesario en los problemas que hoy interesan a la humanidad. Suele presentarse la confusión no sólo en el habla cotidiano corriente, sino también en el contexto literario en el cual muy a menudo se utiliza el término energía metafóricamente alejándolo bastante de su significado científico. Vale y mucho, el uso literario de términos científicos, en bellas metáforas, mas, para metaforizar hay que tener conocimiento cabal del concepto que se metaforiza. Pero se da el caso de que, aún en literatura que pretende ser científica, se utiliza erróneamente el término energía.

Energía es la aptitud que tiene un sistema, físico, químico o biológico para realizar o propiciar un trabajo de índole física, química o biológica. Así que la energía, no es nada que podamos ver, tocar, percibir como algo material. Energía es una disposición. una capacidad para que se realice un trabajo que por lo general de una manera mas o menos evidente se presenta como un movimiento.

Así por ejemplo, si tenemos un cuerpo digamos sobre una mesa. Y lo levantamos hasta una cierta altura, mientras lo tengamos sujeto el cuerpo está en disposición de que la fuerza de gravedad realice un trabajo sobre el mismo que se manifestará en su caída cuando lo soltemos. El cuerpo al ser llevado hasta determinada altura, ha adquirido energía, ha adquirido la capacidad de propiciar que se realice un trabajo. Al levantar el cuerpo no ha aparecido nada material, ha aparecido energía.

Cuando el cuerpo del ejemplo, se suelta, su energía potencial se va convirtiendo en cinética, en movimiento. Si en su caída el cuerpo golpeará una paleta o álabe de una rueda, ésta comenzaría a girar y podría comunicar la rotación, por medio de cadenas, poleas etc, a otro sistema capaz de rotar como puede ser el rotor de un generador eléctrico. El rotor es en esencia un enrollado de alambre conductor el cual al girar alrededor de su eje entre los polos de un imán, los electrones en el alambre se ponen en movimiento ordenado en una misma dirección, constituyendo una corriente eléctrica. De esta forma es que en síntesis, se genera la corriente eléctrica a nivel industrial. En la práctica no es un cuerpo cayendo el que golpea las paletas de una rueda, sino el agua que cae de una represa o de una cascada. En el proceso descrito se ha visto la transformación de energía mecánica en energía eléctrica. El aprovechamiento de la caída de agua para generar electricidad se realiza en las plantas hidroeléctricas. El problema fundamental de la generación de energía eléctrica, en el cual se resume la preocupación mundial actual por su racional control, reside en como garantizar el movimiento de rotación del rotor entre los polos de un imán. Así de sencillo de plantear y de complejo de resolver,

He descrito el procedimiento mas económico y nada contaminante de las hidroeléctricas. Pero se necesita de disponer de saltos naturales de agua o represas construídas al efecto. El método mas utilizado es el de las termoeléctricas pero es el menos económico y el mas contaminante. En estas plantas, lo que mueve las ruedas es el vapor de agua obtenido en calderas, para lo cual se necesita quemar combustible no renovable como petróleo y sus derivados. Varios posibles sustitutos de los recursos no renovables se estudian y se van logrando avances por quienes, para bien de todos deben mantenerse libres de aspiraciones protagónicas o de análoga índole.

En manos de la buena voluntad y talento de los humanos está el futuro energético y sobre todo en la importancia que se le dé al estudio y desarrollo de la ciencia fundamental y práctica.

LA DIMENSIÓN FRACTAL

El concepto de fractal aunque utilizado en las mas diversas manifestaciones del quehacer intelectual, surge en el contexto de la geometría. El fractal es un ente geométrico el cual, en su desarrollo espacial, va reiterando una misma forma cada vez a una escala menor, de manera que cualquier porción del mismo reproduce a escala la forma de la totalidad.

Característica fundamental de los fractales es su dimensión la cual permanece invariante en cada reiteración autosemejante de la forma seminal.

La dimensión (el “número de dimensiones”) del fractal, a diferencia de la de las figuras de la geometría habitual, es un número fraccionario, el cual se calcula mediante la fórmula de Hausdorff (dimensión de Hausdorff) que como veremos mas adelante también puede aplicarse para determinar la dimensión de las figuras de la geometría aprendida en la escuela.

Mostraremos la construcción de fractales y el cálculo de su dimensión tomando como ejemplo uno de los mas conocidos: el fractal de Koch. Se traza un segmento de recta el cual se divide en tres partes iguales. Con la parte central como base se levanta un triángulo equilátero. Esta operación se reitera en cada uno de los lados de triángulos que van resultando, proceso que teóricamente se prolonga hasta el infinito. Si se designa por r el número de partes en que se divide el segmento inicial (en el ejemplo $r=3$), por N el número de reproducciones del segmento inicial que resultan en cada iteración ($N=4$, en nuestro caso), la dimensión de Hausdorff se calcula mediante la fórmula: $D = \log N / \log r$, la cual para el fractal de Koch nos da $D=1.262$.

Veamos como calcular la dimensión de un dado aplicando la fórmula de Hausdorff. Dividamos cada arista en dos y por las marcas de división dividamos el dado en ocho partes iguales. Tendremos $r=2$ y $N=8$ con lo que $D = \log 8 / \log 2$ y $D=3$ como sabemos y que nos ha servido para evidenciar la universalidad de la dimensión de Hausdorff.

Por lo importante que resulta en la Teoría del Caos, aplicaremos el algoritmo descrito al fractal denominado

Conjunto de Cantor. Un segmento rectilíneo se divide en tres partes iguales y se suprime la parte del medio reiterándose la operación en cada segmento no suprimido. Tendremos $r=3$, $N=2$ y por tanto: $D=\log 2/\log 3=0.631$.

Además de los procedimientos descritos para obtener fractales mediante algoritmos, esas figuras geométricas pueden obtenerse por computación aplicando mapas iterativos de la forma: $Z^2_{n+1} = Z^2_n + C$ donde Z y C son números complejos que podemos representar en la forma (p,q) coordenadas de un punto del plano.. Se comienza con un punto $Z_n(a,b)$ para una constante $C(e,f)$ y se va iterando mediante el mapa que mostramos, apareciendo puntos $Z_{n+1}(c,d)$ los cuales van conformando el fractal. Así se han obtenido los fractales de Mandelbrot y de Julia, de gran valor estético. Pero la importancia de los fractales va mucho más allá de lo estético, fractales se presentan en la naturaleza, en los vegetales, en las formaciones, rocosas, en la periodicidad de múltiples fenómenos físicos, biológicos, cósmicos y de otra naturaleza, y revisten singular importancia en la fundamentación de teorías como la de la renormalización y la ya mencionada del caos.

Bibliografía

- Gleik, J. 1988. Chaos. Penguin Books. New York
- Strogatz, S. 2000. Non Linear Dynamics and Chaos. Perseus Books Group. Cambridge.
- González, J., y R. Ávila. 2005 La Ciencia que Emerge con el Siglo. Editorial Academia. La Habana.

González, J. 2007. La Geometría Fractal. En www.casanchi.com

“El Cántico Cósmico, la entropía y el tiempo”

Cuando se hace referencia al conjunto de la producción literaria de Ernesto Cardenal se evidencia, como sabemos, la generalizada opinión que señala como su más relevante creación al cántico cósmico. No sólo por su valor estético, sino porque en el extenso poema se conjugan, de manera excepcional, lo artístico-literario y un genial tratamiento lírico de lo científico y lo filosófico.

En el aspecto científico centraremos nuestra atención.

Se pondera, y con razón, la erudición que se advierte en el Cántico Cósmico.

Erudición que principalmente utiliza el autor, y esto es lo que deseo destacar, no para enunciar conceptos y

ofrecer descripciones, sino para exponer sus reflexiones, sus inquietudes cognitivas, sus dudas, plantea problemas no resueltos, hace preguntas, o más bien se hace preguntas. Se ha dicho, acertadamente, que tan importante como dar respuestas es plantear interrogantes inteligentemente concebidas, en aras de incentivar la indagación.

Cardenal sugiere reflexiones, plantea preguntas, no ofrece respuestas definitivas. No oculta sus dudas y al hacerlo, algunos nos consolamos cuando vemos que son también dudas nuestras.

Puede decirse que el tema general de Cántico Cósmico es el Universo. El Universo y las ciencias que tratan de explicarlo.

Así se acude a lo largo del poema, detallada y profundamente, a distintas disciplinas: la astrofísica, la física atómica, la mecánica cuántica, la termodinámica y otras.

Tal como se indica en el título de nuestro trabajo, encauzamos el interés hacia el quizás más importante concepto de la termodinámica: el de entropía. En la entropía y en las más sobresalientes derivaciones de este fundamental concepto.

En éste, es uno de los cuales más profundamente incursiona el poeta. Se adentra en el concepto de entropía, el cual también es tratado en los textos como Segunda Ley de la Termodinámica, mediante una estrofa de emotivo lirismo que más tarde reproducimos y cuyo significado histórico adelantamos a continuación.

En un cementerio de Viena, inscrito en una tumba, en apariencia no muy distinta a las demás, aparece un epitafio al cual se refiere Ernesto cardenal en la cantiga 35 con estos bellos versos:

**“Por la Segunda Ley
ay, la Segunda Ley**

**Cuya ecuación está grabada como
epitafio**

en un cementerio de Viena

en mármol blanco:

$$S = K \log W$$

**en la tumba de Ludwig Boltzmann
(1844-1906)”**

No es común que aparezca en un epitafio una fórmula matemática, pero si ocurre con alguna frecuencia cuando se trata de monumentos funerarios destinados a matemáticos o físicos insignes. Este es el caso plasmado en los versos del Cántico Cósmico.

Ludwig Boltzmann, eminente físico austriaco, fue uno de los fundadores de la física molecular y de la termodinámica clásica y quien estableció la fórmula matemática que aparece en el aludido epitafio, la cual define el importante concepto de entropía.

¿Qué pudo inducir a un poeta, ya motivado para dirigir su inspiración hacia la maravillosa ciencia del

Un universo, a dedicar especial atención, con tan acertado alcance, de homenaje a alguien como Boltzmann?

Pensamos que fue lo atrayente de la historia personal del físico, no por lo íntimo o doméstico, sino por el hálito poético que transmitió a la actitud ante la oposición obstinada a su proposición teórica de la existencia de las moléculas. Oposición por parte de quien, en esos momentos, ostentaba una autoridad científica por nadie discutida: el físico positivista Ernst Mach.

La autoridad concedida a una personalidad por seguidores fanatizados, hecho que históricamente tanto daño ha ocasionado al libre desarrollo del conocimiento científico, como es el caso del respaldo incondicional de Mach, logró afectar la debilitada psiquis de Boltzmann quien optó por el suicidio antes de renunciar a sus convicciones.

Muy poco tiempo después de la muerte de Boltzmann, a los 62 años de edad, el mundo científico comprobó la certeza de su teoría. A quien no pudo conocer su

triunfo, se dedica en Cántico Cósmico la bella estrofa que leímos.

En el fundamental concepto de entropía, al cual tanto aportó Boltzmann, centraliza Ernesto Cardenal parte considerable de su Cántico Cósmico.

El concepto de entropía es uno de los más importantes, no sólo de la física sino también de las ciencias en general, y las consecuencias que derivan del mismo son innumerables y tan disímiles con sus consecuencias en diversos campos del quehacer científico, que cuando apareció por primera vez su definición como relación entre la variación de la cantidad de calor respecto a la temperatura, no podía nadie imaginar la trascendencia que alcanzaría en la propia física, la biología, la filosofía, la teología y recientemente en la informática donde se le define como pérdida de información.

Una de las formas de expresar la entropía es la que reproduce Cardenal en su Cántico Cósmico en la estrofa ya referida al citado epitafio.

Como Cardenal expone en dicha estrofa, y aunque aparezca extraño a los no especializados, el concepto de entropía está implícito en la Segunda Ley de la Termodinámica, la cual afirma que: **el calor no puede pasar de una fuente fría a una caliente.**

Una consecuencia que corrientes filosóficas idealistas pretenden derivar de la Segunda Ley y por ende del concepto de entropía, es la que lleva a postular que en un momento dado todas las temperaturas del Universo se habrán igualado, con lo que cesará todo movimiento, circunstancia ésta a la cual se ha llamado **Muerte Térmica del Universo.**

Argumentos de gran peso niegan la posibilidad de la Muerte Térmica pero aún hoy no faltan quienes sostengan esa hipótesis.

En el Cántico Cósmico, Cardenal hace la primera referencia poética a la Segunda Ley y a la muerte térmica de esta forma:

**“La Segunda Ley de la
Termodinámica**

que nadie puede negar

un agotamiento final

Una muerte calórica del Cosmos.”

Una de las propiedades más citadas de la entropía es la de ser una magnitud que sólo puede crecer, lo cual ha conducido a que se le designe como la Flecha del Tiempo pues como a éste, sólo le es posible variar en una sola dirección.

Al crecimiento de la entropía y a la marcha del tiempo dedica Cardenal en su Cántico Cósmico múltiples referencias con el estilo que ya mencionamos de plantear interrogantes y evidenciar inquietudes cognoscitivas.

Es así que en la cantiga 6 nos convoca a reflexiones sobre el tiempo y el espacio como estas:

“Por otra parte

¿Será el espacio la materia y el tiempo la conciencia?

¿Y el espacio y el tiempo serán uno como cuerpo y alma?”

Y más adelante:

“¿Hacia dónde corre el espacio-tiempo?”

En este verso maneja Cardenal la categoría espacio-tiempo de la Relatividad einsteniana.

Y de nuevo el tiempo y la Segunda Ley ahora en la cantiga 9:

“Pasado presente y futuro, es lingüística

¿Pero lo último que prevalecerá será la Segunda Ley de la Termodinámica?”

No obstante, la aceptación del crecimiento de la entropía con el tiempo, mucho se ha especulado sobre

la posibilidad de que esto ocurra sólo en la zona que conocemos del Universo. El creador de la Cibernética, Norbert Wiener, admitía que en algunas partes del Universo sería posible que la entropía estuviera disminuyendo en vez de creciendo. En esa región del tiempo tendría un sentido contrario al del crecimiento de la entropía, sería un tiempo negativo, un tiempo que transcurre a la inversa.

Según Wiener, si en esas regiones de tiempo negativo, hubiera habitantes, no podríamos comunicarnos con ellos, pues al tratar de enviarles información le iríamos borrando la que ya tenían, pues la relación entropía-información sería para ellos contraria a la nuestra.

En la cantiga 35, vuelve Cardenal a darnos cuenta de sus meditaciones sobre el tiempo y la entropía:

**“El tiempo es flecha en una sola
dirección,
del pasado al futuro, del calor al frío,
del pasado caliente al futuro frío.”**

Y luego en la misma cantiga:

“La irreversibilidad del tiempo. Esto es entropía.”

Y unos versos más adelante:

“La vida ese orden surgido del desorden.

El movimiento del automóvil es igual a la energía que...

Igual que decir que la entropía crece y crece al reposo total.

Al estado de equilibrio que es sinónimo de muerte.

¡La termodinámica de no equilibrio es la que queremos!”

¡Cuánto encierra la última estrofa para movernos a la reflexión!

Habla del “orden seguido del desorden” y de “la termodinámica de no equilibrio”.

Los dos entrecomillados por nosotros corresponden a temas que en los albores del siglo XXI constituyen focos principales de atención en las investigaciones del complejo interdisciplinario que han venido a conformar las distintas vertientes de la ciencia del movimiento. El complejo interdisciplinario que fundamentan los estudios de la moderna bioquímica mediante los procedimientos de la dinámica-no lineal, la teoría de las estructuras disipativas, la geometría fractal, la teoría del caos y los aportes teóricos de Ilya Prigogine, entre otros.

En una estrofa de la cantiga 36, Cardenal maneja términos que son comunes en tratados científicos modernos y que son fundamentales para procedimientos que citamos en el párrafo anterior, tan esenciales para la biofísico-química como estabilidad e inestabilidad:

**“Saber como se volvió inestable el
universo estable.**

Si el equilibrio fue una realidad un día

¿Cómo pudo llegarse al divino equilibrio?”

Cuando en 1989 Cardenal plasma en el Cántico Cósmico sus reflexiones sobre “el orden surgido del desorden”, no habían alcanzado la actual relevancia unas teorías que hoy son temas, no sólo de obras científicas sino también literarias y que llevan como nombre teorías del caos y del fractal. Algo así como el desorden y el orden que nos menciona Cardenal. Y también “la termodinámica del equilibrio” citada en el cántico, acapara, junto con los tópicos citados, espacios en la literatura científica del milenio que comienza.

En 1989, fecha del Cántico Cósmico, no habían alcanzado esos temas y otros relacionados con la Termodinámica de no equilibrio, la relevancia que hoy tienen, pero ya los denominaban algunos especialistas y estudiosos, y sin dudas, Ernesto Cardenal intuyó su futura importancia y esbozó su premonición en la citada estrofa.

Entropía y tiempo son conceptos, que junto a otras de similar trascendencia, conforman el Cántico Cósmico el que además de obra literaria, de excepcionales características poéticas, científicas y filosóficas, constituye un verdadero documento en el cual se refleja algo de lo que cada vez somos más los convencidos: que debe quedar borrada la artificial línea divisoria que algunos trazan entre cultura artístico-literaria y cultura científica, ya que la cultura es una sola y que sus creaciones han de ser para el disfrute y enriquecimiento espiritual de receptores con diversos intereses estéticos e intelectuales.

OTRO FINAL PARA UN CUENTO

Los últimos párrafos de la narración de Jorge Luis Borges, “La muerte y la brújula”, nos dejan a los que hemos desarrollado nuestra labor habitual en el contexto de las ciencias exactas, con la impresión de que la historia pudo haber tenido un final mas acorde con la fundamentación

matemática a la que acude el autor que en este caso se trata de la conocida Paradoja de la Dicotomía de Zenón de Elea. En síntesis, se cuenta lo siguiente: Eric Lonrot, un detective al estilo del Dupin de Allan Poe, es llamado para desentrañar una serie de asesinatos. El primero ocurre en un lugar que Borges sitúa en el norte de la región. Cerca del cadáver, el detective encuentra un papel en el cual está escrito: “La primera letra del Nombre ha sido articulada “. Dado lo que se sabe de la víctima y la mayúscula de la palabra Nombre, hace pensar a Lonrot que se refiere al nombre que algunas religiones asignan a Dios.

El segundo asesinato ocurre en lugar situado al oeste con la aparición de un escrito que expresa: “La segunda letra del Nombre ha sido articulada” A una distancia de este último punto igual a la que separa los dos primeros se produce el tercer asesinato al este y ahora la frase escrita es “La última letra del Nombre ha sido articulada”. Los tres lugares forman un triángulo equilátero con vértices el norte, en el oeste y en el este. Como el detective Lonrot sabe que el Nombre asignado a Dios es de cuatro letras, infiere que va a cometerse un cuarto asesinato en el sur en un punto que cerrará un rombo perfecto. Ese lugar es un poblado llamado Triste-le-Roy y allí se dirige pensando capturar al asesino. Pero resulta que el asesino, Red Scharlach, antiguo conocido del detective y sabedor de su forma deductiva de pensar, le ha ido tendiendo esa trampa lógica que lo conducirá a Triste-le-Roy a donde planea matarlo por venganza.

Al quedar frente a frente, le dice Lonrot al asesino: “En su laberinto (se refiere al rombo formado por los cuatro lugares escogidos por el asesino), sobran tres líneas.

Cuando en un futuro me vuelva a asesinar, le propongo un laberinto de una sola línea.

Usted mata a su primera víctima en A. La segunda en B a ocho kilómetros de A. La tercera en C punto medio de AB , yo estaré en D punto medio entre A y C donde usted me matará como lo va a hacer aquí en Triste-le-Roy.”. A lo que contesta el asesino:” lo mataré en D como lo hago ahora en Triste-le-Roy”. Da unos pasos y así lo hace y así termina la narración.

Es aquí que pienso que el final pudo ser otro dado que Borges ha ido llevando la narración hasta el laberinto lineal que propone el detective el cual plantea la conocida paradoja de Zenón de Elea con la que éste pretende demostrar que no se puede recorrer completo un segmento de recta pues, como propuso el detective Lanrot, partiendo de B, primero se recorre la mitad del segmento hasta C, luego la mitad del segmento que queda hasta D y en este termina la propuesta. Y ahí sería asesinado.en la futura aventura que propone. Pero pudo proponer que el esperaría al asesino en A, lugar del primer homicidio y plantear que éste siguiera su camino para asesinarlo continuando con la dicotomía, esto es, después de cada asesinato recorrer la mitad de lo que le falta para entonces cometer el siguiente. Si bien se observa., se advierte que así jamás llegará al final del segmento, no llegará como afirmaba Zenón en su paradoja a donde el asesino espera encontrar al detective. Por ese proceso de dicotomía, el asesino ocasionaría un número de víctimas según las matemáticas infinito, mientras que su objetivo, el detective permanecería inalcanzable en el punto final del segmento.Cierto que así habría mas asesinatos y habría que cambiar los textos de los escritos que

iban apareciendo, pero no habría sido inútil apelar a la dicotomía de Zenón y la historia hubiera tenido un final feliz claro está que para el protagonista y también pudiera serlo en general si el autor se las arregla para que las últimas víctimas sólo resultaran con heridas no mortales.

De ninguna manera estoy proponiendo un cuento con ese final de película barata, lo que deseo mostrar es que Borges no le sacó suficiente partido a algo tan interesante como la paradoja de Zenón.

COMPLEJIDAD Y CULTURA

El concepto de Complejidad en el contexto de la Teoría de la Complejidad, al igual que conceptos como energía nuclear, relatividad, electromagnetismo, y otros, debe ser, en cuanto a su significado, importancia, etc., sin llegar a su tratamiento especializado, del dominio a un nivel de divulgación científica elemental, de toda persona medianamente culta de nuestros días.

En un sistema de elementos de cualquier índole con características de complejidad, se presentan propiedades que no se observan en cada uno de los elementos cuando se encuentran aislados, esto es antes de constituirse en sistema. A estas propiedades que surgen al unirse determinados elementos para formar uno nuevo, propiedades que antes de la unión no presentaban, se les llama propiedades emergentes. Los elementos que van a formar el nuevo cuando se unan, no tienen que ser muchos, pueden ser muy pocos, como en el ejemplo que vamos a manejar.

Un átomo de un cuerpo simple, por ejemplo del cromo, queda caracterizado como átomo de ese cuerpo, por el número de electrones que tiene en su envoltura y por su masa atómica. Así el cromo, es cromo porque su átomo tiene 24 electrones en su envoltura y determinada masa atómica.

Sean un átomo de cromo, un electrón aislado y dos partículas más, los elementos que se van a unir hipotéticamente para dar un nuevo ente. De la unión resultará un nuevo átomo que tendrá un electrón más que el cromo, tendrá 25 y ya no será cromo, será manganeso, con propiedades que emergen por la unión, propiedades que antes ni el átomo de cromo ni las otras partículas tenían, son propiedades emergentes, algo característico de los sistemas de la complejidad.

La Complejidad, teoría nacida en las ciencias fisicomatemáticas, se ha hecho atractiva para especialistas de otras ramas del saber como las Humanidades. y en gran número se han hecho ensayos, algunos muy bien logrados, de extrapolar a otras vertientes los métodos de análisis de la Complejidad.

Es en Ciencias Sociales donde más se ensayan extrapolaciones. El ejemplo antes presentado de un electrón y otras dos partículas cambiando bruscamente la naturaleza del cromo en la del manganeso, se ha tomado para aplicarlo al surgimiento una sociedad en crisis, de un hecho que aunque muy puntual, viene a ser la gota que colma el vaso y se exterioriza el clamor popular. Pero algo que tienen que tener en cuenta los científicos sociales, es que en su caso el sujeto de la investigación es el hombre, un ente con la potestad de actuar o no actuar aunque la lógica indique una acción determinada. En el caso de los átomos, el de cromo no puede “negarse” a convertirse en manganeso al

agregársele otras partículas. Los elementos de la sociedad, ante el hecho que las Ciencias Sociales tienen como la gota de agua desbordante, poseen la potestad de no avenirse al clamor popular, bien por su propia naturaleza, dócil, temerosa, resignada, o por haber sido condicionadas sus mentes para adoptar esa actitud inmovilista..

Las extrpolaciones a otras ciencias que no sean las exactas, pueden ser de gran interés y utilidad, pero quienes se decidan a llevarlas adelante, deben tener bien claros los conceptos originados en las ciencias en las cuales nacieron, y además valorar las características propias de los sujetos a investigar en cada rama analizada.

HENRI POINCARÉ

•

Al concepto de caos en el contexto de la Teoría de la Complejidad, suelen estar asociados en los documentos que lo tratan, científicos como Lorenz, Mandelbrot, Prigogine, Feingenbaum y otros que brindaron sus aportes en las últimas décadas del pasado siglo XX. Pero encontrar relacionado con el caos a alguien que desarrolló su brillante actividad intelectual principalmente a finales del siglo XIX como es el caso de Henri Poincaré, puede parecer extraño. Pues se trata de que este sabio francés tratando de aplicar la ley de la atracción universal a tres cuerpos como por ejemplo el Sol la Tierra y la Luna, tal como ya se había hecho para solamente dos cuerpos, se encontró que su intento

desembocaba en un problema sumamente complejo cuyo resultado variaba ostensiblemente con sólo pequeñas variaciones de las distancias entre los cuerpos. Con su genial intuición, Poincaré, manejó las características que hoy yo llamamos caóticas del problema de los tres cuerpos, introduciendo lo que él llamó soluciones doblemente asintóticas que análogamente a las encontradas por Edward Lorenz alrededor de 1960, las obtuvo aplicando los métodos matemáticos de la dinámica lineal y no lineal. Ciertamente que Poincaré no llamó caos a la situación encontrada en el problema de los tres cuerpos, pero la solución similar a la de Lorenz para sus problemas caóticos y publicada por el sabio francés en la memoria “Sobre el problema de los tres cuerpos y las ecuaciones de la dinámica”, reflejan fielmente los métodos de la hoy llamada Teoría del Caos. La sensibilidad extrema a las variaciones de las condiciones iniciales que encontró Lorenz en sus estudios climáticos, son iguales a las que observó Poincaré en las interacciones entre los tres cuerpos.

Si nos detenemos algo más en el análisis del “Problema de los tres cuerpos” nos damos cuenta de que se evidencia también el concepto de complejidad. En efecto, una de las más características propiedades de los sistemas complejos, la aparición de propiedades emergentes, se manifiesta en los tres cuerpos pues la aparición de la situación de caos es algo que sólo ocurre al integrarse el colectivo, algo que no manifestaban los elementos, en este caso los cuerpos, aisladamente. Otra condición de sistema de características complejas está presente aquí; el programa de computación que describe al colectivo que estudiamos, es más largo en bits que el que describiría a un elemento aislado. Vemos así,

que sin advertirlo (o quizás algo entreviera), Poincaré, con sus hallazgos en el “Problema de los tres cuerpos” estaba alumbrando el camino para que emergiera la Teoría de la Complejidad.

En el prólogo del último libro que se publicó de Poincaré, “Últimos pensamientos”, los editores le rinden emotivo homenaje con esta frase: “El 17 de julio de 1912 una embolia cerebral paralizó aquel cerebro viviente de las ciencias racionales cuando estaba en plena madurez”. A Henri Poincaré se le menciona por lo general para elogiar al matemático, pero de igual forma puede admirarse al físico y al filósofo. Pero no vaya alguna mente ligera irreverentemente a pensar al eminente sabio como alguien que indiscriminadamente incursiona en cualquier materia. Si así hubiera sido en ninguna hubiera descollado. Una mente como la de Poincaré pudo brillar en esas tres ramas pues están íntimamente relacionadas, pero nadie ni especialmente dotado puede profesar con eficiencia diversas y disímiles materias como quizás algunos piensen.

En el campo de la física tuvo Poincaré su más relevante participación cuando en 1905 envió a una revista su versión de la teoría especial de la relatividad sólo unos días después que Einstein enviara la suya y sin que ninguno de los dos supiera del trabajo del otro. Un golpe de mala suerte le impidió a Henri Poincaré tener la gloria de que se le adjudicara la paternidad de la Teoría de la Relatividad.

Muchos fueron las contribuciones de Henri Poincaré a la matemática sobre todo en lo referente a las ecuaciones diferenciales, los sistemas dinámicos y en algo que es en lo cual más se le menciona: el principio de inducción completa así como una rama poco conocida de las matemáticas como

es la Topología. Relacionado con esta última disciplina su nombre fue recientemente muy mencionado cuando la prensa se hizo eco a mediados del 2006 de su proposición de la llamada Conjetura de Poincaré al adjudicarse un muy importante premio, la Medalla Fields, al matemático ruso Grigori Perelman por la resolución del citado problema que a lo largo de décadas no pudo encontrarse. En la famosa Conjetura afirma Poincaré que todas las estructuras compactas simplemente conexas (o sea que en sus superficies cualquier lazo que en ellas se dibuje, puede constreñirse hasta reducirse a un punto) son homeomórficas con un ente geométrico llamado triángulo. En Topología dos figuras se consideran homeomórficas o topológicamente equivalentes si los puntos de una pueden ponerse en correspondencia uno a uno con los de la otra aunque sus formas sean muy diferentes.

Pero quizás lo más difundido de su variado quehacer ha sido lo producido como filósofo plasmado en el establecimiento de la vertiente del positivismo a la cual se le ha llamado convencionalismo, variante del instrumentalismo y del pragmatismo que sostiene que las teorías sobre determinados aspectos de la realidad sólo son hipótesis de trabajo a las que llega por convenio la comunidad científica y que se aceptan atendiendo a su economía de recursos mentales y utilidad para continuar las investigaciones mientras no surja una contradicción o imposibilidad de explicar un elemento nuevo. Aunque sin negar la objetividad de la realidad, el convencionalismo admite que las hipótesis no tienen que reflejar necesariamente la realidad. En su libro "La Ciencia y la Hipótesis", expresó: " Ninguna geometría es mejor que otra; sólo más conveniente". Refiriéndose a lo que ocurriría

filosóficamente si no se hubiera creado el Análisis Matemático, obra producto de la convención de la comunidad científica, escribió Poincaré la siguiente frase la cual en nuestra opinión resume su tesis convencionalista: "...sin este lenguaje (el del Análisis Matemático), la mayor parte de las íntimas analogías de las cosas habrían permanecido por siempre ocultas a nosotros (...) habríamos permanecido ignorantes de la armonía interna del mundo , que es...la única realidad objetiva verdadera".

Bibliografía

Gleick, J. Chaos. Penguin Books. London. 1988.

Landau, L., E. Lifshitz. Teoría Clásica de los Campos. Reverté S.A. Barcelona 1962.

O'Shea, D. The Poincaré Conjecture. Walker Publishing Company. New York. 2007.

Grigori Perelman

Grigori Yaklevich Perelman, es uno de los mas prestigiosos matemáticos de la actualidad, pero de tal cosa sólo tienen conocimiento los especialistas en una rama de las menos tratadas de la ciencia en cuestión como es el caso de la Topología.

La Topología, también conocida como Analysis Situs, es una rama de la geometría en la que se consideran como equivalentes dos figuras por el hecho de que los puntos que conforman una de ellas pueden ponerse en correspondencia continua uno a uno con los de la otra aunque una aparezca como reproducción distorsionada de la otra. De figuras así relacionadas se dice que son topológicamente equivalentes. Esas figuras parecen como si una de ellas hubiera sido dibujada en una lámina de goma y la otra fuera el resultado de deformar arbitrariamente la lámina de goma.

Por lo explicado una circunferencia y un cuadrado son topológicamente equivalentes.

Una circunferencia y cualquier figura topológicamente equivalente con ella divide al espacio en una región interior y una exterior. Un anillo o sea la figura limitada por dos circunferencias concéntricas tiene una región interior (el anillo propiamente dicho) y dos exteriores. A la región exterior que queda dentro del anillo y a espacios similares a éste, en topología se les llama agujeros u orificios. A las figuras sin agujeros se les llama simplemente conexas, a las que tienen agujeros se les llama múltiplemente conexas. Figuras simplemente conexas no pueden ser topológicamente equivalentes con figuras múltiplemente conexas. En tres dimensiones por razones análogas a las expuestas la esfera es simplemente conexa y equivalente a cual otra figura tridimensional simplemente conexa como pudiera ser un cubo o dado.

Sobre estos temas de gran importancia en física y otras disciplinas, es destacado investigador el matemático ruso Grigori Perelman el cual se ha especializado en transformaciones topológicas conocidas como Flujo de

Ricci. Además de sus trabajos en San Petersburgo ha realizado relevantes estudios en universidades norteamericanas. En el 2002 anunció al mundo haber resuelto el quizás mas importante problema matemático del milenio, conocido como Conjetura de Poincaré, según la cual topológicamente la esfera es el único espacio limitado en tres dimensiones sin orificios, entendiéndose por orificio lo que antes explicamos.

La comunidad científica ha reconocido los méritos indiscutibles de Grigori Perelman al que consideran un genio y otorgaron la Medalla Fields en el XXX Congreso de la Unión Matemática Internacional.

Sin embargo, Perelman de 40 años, al que se le conoce un carácter muy especial, poco comunicativo, rechazó hace unos días un premio al que se considera como el Nobel de las Matemáticas, el cual iba a ser entregado por el Rey de España y anunció que rompía sus relaciones con la comunidad matemática, se supone que por estar disgustado por el hecho de que algunos aún discuten sobre lo acertado o no, se negó a aceptar el premio.

ACERCA DE UN ARTÍCULO SOBRE GASTÓN BAQUERO

**Apuntes sobre la naturalidad del poeta Gastón Baquero.
Por Ana Gloria González Ochoa. Revista Electrónica
Ciencias Holguín, (Fragmentos).**

Con la aparición de la antología póstuma de Gastón Baquero “La palabra sonora de los frutos”(2000), ocurre un fenómeno muy interesante, constituye para gran parte del público lector cubano una forma de dar fe de existencia y conocimiento a un poeta que habitaba en el olvido y sólo se conocía de su obra en pequeños círculos literarios desde su ida del país en 1959 (...) Gastón Baquero (Banes 1914- Madrid 1997) una de las personalidades mas notables no sólo de las letras cubanas sino de Hispanoamérica, eminente culto y versado de la poesía como elemento integrador en el

hombre con una vasta producción ensayística y periodística, entraba de nuevo en la literatura cubana.

(...) matricula en la Universidad de la Habana, finalmente graduándose de Ingeniero Agrónomo, simultáneamente se funde a la literatura (...) vinculándose al Grupo Orígenes.

(...) nunca imaginaron sus amigos que (...) llegará a ser Jefe de Redacción de ese periódico (El Diario de la Marina) y un escritor de relieve hispanoamericano.

(...) Existir desde tu sitio es algo connotativo. Baquero, descansa en la sonoridad de su isla y en la poesía de su pueblo natal.

Criterio de evaluación por el profesor Joaquín González Álvarez

Excelente y conmovedor trabajo que no sólo logra el objetivo que el título sugiere, sino que constituye un documento de reconocimiento y reivindicación de la trayectoria intelectual y social de una de las personalidades mas destacadas de la intelectualidad del siglo XX.

No sólo recomiendo la lectura del artículo sino que felicito a la autora por la calidad de su trabajo a la vez brillante y valiente.

Nota: La reproducción de los fragmentos del trabajo de la autora y mi criterio de evaluación lo publiqué en 2004 cuando vivía en Cuba a pesar de las dificultades que me ocasionaría aprobar el elogio a alguien que eligió el exilio.

LO INTEMPORAL Y LO INDISCERNIBLE EN BORGES

Constantes son en la obra de Jorge Luis Borges, las alusiones a situaciones y entes que, en su forma de entenderlos, permanecen invariables con el tiempo como si éste no transcurriera..

Se basa el escritor argentino en dos elementos filosóficos: los arquetipos de Platón y la indiscernibilidad de los idénticos según Leibniz.

En los arquetipos o ideas de Platón, o si se quiere, en los universales medievales,. sustenta sus reflexiones Borges, cuando se refiere a la eternidad de éstos conceptos. En este contexto cita a Schopenhauer cuando dice en uno de sus escritos: “el gato gris que ahora juega en el patio, es aquel

mismo que brincaba y travesaba hace quinientos años”. Abunda Schopenhauer en su aserto expresando que el gato fundamentalmente no es otro. Con “fundamentalmente” se refiere a que el arquetipo platónico gato, la especie zoológica gato, es eterna, que no está pensando en este u otro ejemplar de la especie, sino en la especie en si. En la famosa controversia de los universales en la Edad Media, con el argumento expuesto por Schopenhauer, éste se situaría del lado de los realistas, los cuales defendían la existencia real de los arquetipos o universales, contrariamente a la postura nominalista.

Borges se apoya en la eternidad de los universales o ideas eternas para en dos de sus ensayos: “Historia de la Eternidad” y “Nueva refutación del Tiempo”, mediante una bella manipulación de la tesis, narrar una experiencia personal que lo reafirmó en su modo de ver la intemporalidad. Nos narra que cierta tarde comenzó a caminar al azar por una barriada que había visitado años atrás. Se acercó sin llevar ese plan, a una pared rosada con enredadera de madreselva, que se le aparecía como la había contemplado en la visita anterior. Igual la pared rosada, igual la madreselva, el mismo arrabal, y a su mente vino la convicción de que aquella vieja pared del arrabal, aquellas madreselvas en flor, estampa que recuerda un famoso tango, no era parecida, sino la misma de años atrás, que no había transcurrido el tiempo, que estaba contemplando la Eternidad..

En esta narración, Borges maneja también lo que Leibniz expuso sobre la indiscernibilidad de los idénticos. Según el filósofo alemán, poner dos cosas como indiscernibles significa poner lo mismo bajo dos nombres. Lo cual quiere

decir que si dos cosas son idénticas como lo observado por Borges la tarde de la narración y lo visto años atrás deben ser la misma y que por tanto, lo que pudiera diferenciarlas, el tiempo, según el escritor sudamericano, es refutable.

Pensamos que es evidente que Borges realiza una interpretación amañada de lo filosófico. Pero la hace con tanta maestría literaria que dedicarse a una crítica de índole conceptual académica de sus obras, constituiría una irreverencia.

Tanto en la narrativa como en el ensayo, muestra Borges su atracción por la Eternidad y el Tiempo. Según el escritor argentino, la Eternidad es el arquetipo y el Tiempo solo cobra realidad como participación (*parusia*) en esa Idea en el decir de Platón y de cierta forma también de los realistas del medioevo. Para Platón y los realistas medievales este o aquel triángulo particular debe su realidad sólo por participación al arquetipo o universal Triángulo del cual es sólo una imitación o copia aproximada. Borges en su “Historia de la Eternidad”, se refiere a tres concepciones de la Eternidad. Dos de ellas, la de Platón y la del medioevo, como dijimos, vienen a postular prácticamente lo mismo. La tercera difiere un tanto de éstas, es la que se refiere a la no creada y siempre existente Trinidad: Padre, Hijo y Espíritu Santo, así dictaminada por Ireneo, Padre de la Iglesia de Asia Menor en el 140..

Incorporada a la doctrina de la Iglesia la ocurrencia de Ireneo, constituyó eje de enconadas controversias teológicas que derivaron en herejías y consiguientes persecuciones. Ninguna de las interpretaciones de la Eternidad vistas, consideran el desarrollo sin fin de un proceso, lo cual conllevaría la realidad del tiempo. Si se analiza, las

eternidades de Platón, la de los medievalistas y la de Ireneo, según Borges refutan el Tiempo.

Los citados conceptos de Eternidad, son los que toma Jorge Luis Borges para su poética visión de lo intemporal y lo indiscernible en la bella narración en que nos habla de aquella vieja pared del arrabal siempre la misma, siempre rosada siempre con sus madre selvas en flor.

BERTRAND RUSSELL, EL MATEMÁTICO, EL FILÓSOFO, EL HUMANISTA.

El matemático y filósofo inglés Bertrand Russell nació en 1872 y en su larga vida alcanzó gran renombre en las disciplinas con las cuales lo he calificado aunque el mayor destaque dentro de la ciencia lo obtuvo por sus aportes a la lógica matemática.

La lógica matemática constituye una forma de tratar la lógica clásica mediante procedimientos semejantes a los de la matemática. Como la matemática, específicamente como el álgebra, utiliza símbolos y signos de operaciones que en este caso se denominan lógicas. Tales procedimientos permiten efectuar deducciones así como verificar la veracidad o falsedad de proposiciones y juicios.

La elaboración de los contenidos en la forma que propicia su utilidad actual, particularmente en las ciencias que derivan de la cibernética, se debe principalmente a la publicación por

Bertrand Russell y Alfred Whitehead en 1910, del libro Principia Matemática.

La obra de Bertrand Russell y especialmente la desarrollada en la lógica matemática está relacionada con la teoría de los conjuntos creada a finales del XIX por el alemán Georg Cantor, teoría que para su exposición utiliza una simbología y una operatoria muy parecida a la de la lógica matemática. El concepto de conjunto en la teoría de Cantor es el mismo que se utiliza en el lenguaje común, conjunto de personas, conjunto de letras en los cuales por lo general no importa el orden de sus elementos.

Un concepto muy importante al cual nos vamos a referir de nuevo mas adelante es el de conjuntos relacionados. Se dice que dos conjuntos están relacionados cuando a cada uno de los elementos de uno de ellos se le puede hacer corresponder un elemento del otro sin que sobre ni falte ninguno por relacionar

La teoría de los conjuntos sirve de base a la teoría de los números, dada esta circunstancia y la de la similitud de estas teorías con la lógica matemática, Bertrand Russell dedicó gran parte de sus investigaciones al desarrollo de una teoría según la cual las matemáticas pueden fundamentarse exclusivamente en la lógica, teoría que se conoce como Logicismo. En sus intentos de desarrollar el Logicismo, surgieron paradojas que al no poder resolver satisfactoriamente, entorpecieron el fluir de razonamientos de Russell en su empeño logicista. Ante esas dificultades, Russell apeló a una cadena de suposiciones ad hoc o introducción de conceptos como el de clase parecido al de conjunto, y surgieron conceptos como el de proposiciones atómicas las cuales según Russell eran los componentes

últimos de las proposiciones mas generales. Pero las paradojas seguían sin resolverse como la del cretense Epiménides al decir "Todos los cretenses mienten" con lo cual, al ser dicho por un cretense, la proposición quedaba desmentida. De esa manera se llegó al Teorema de Kurt Godel que afirma que no hay un sistema completo de axiomas en el sentido de que siempre queda algo que no puede explicarse dentro de ese tipo de sistema de afirmaciones. Sobre el logicismo trabajó independientemente de Russell, en esa época el lógico y matemático alemán Gottlob Frege.

Para sus objetivos, Frege introdujo una categoría llamada volumen del concepto. No trataré de definir esta categoría sino de dar una idea de lo que era para Frege. El concepto "lados del cuadrado" tiene el mismo "volumen" que el concepto "estaciones del año", "vértices del cuadrado", etc. Todos evidentemente, son conjuntos relacionados con un conjunto de letras como "a b c d" y claro está define el número 4.

Esto que parece una banalidad, tiene gran importancia en teoría de los números pues constituye la forma abstracta de definir lo que es un número natural. "Número natural es el ente común a conjuntos relacionados entre si". Esto es fácil de entender, por ejemplo: el número 12 es el ente común a las horas de un reloj tradicional, a los apóstoles de Jesús, a los meses del año, a las uvas que algunos comen recibiendo el Año Nuevo, etc

En definitiva, el Logicismo no logró su objetivo de reducir las matemáticas a lo lógico pero en su intento se lograron aportes al adecuado uso de la lógica matemática a las

matemáticas en general, que si bien no las sustituyen coadyuvan a su mejor entendimiento y manejo.

La lógica matemática de la cual Bertrand fue indiscutible artífice, es básicamente la lógica clásica concebida por Aristóteles con acertadas modificaciones cuya característica fundamental es el uso de una simbología, también utilizada en la teoría de los conjuntos, y el establecimiento de operaciones con esos símbolos, operaciones que se asemejan a las de la aritmética y el álgebra. La larga vida, fructífera hasta el final mismo, de Bertrand Russell le permitió aportar su talento a diferentes aunque relacionadas vertientes de la actividad humana, la gran parte de cuyos resultados han quedado plasmados en su voluminosa obra escrita. Paralelamente al matemático y lógico, la historia recordará al filósofo y al humanista. Como la mayor parte de quienes acceden a la filosofía a partir de las ciencias exactas, Russell siguió espontáneamente la línea de pensamiento del Positivismo moviéndose entre sus variantes empiristas y realistas principalmente, coincidiendo unas veces y discrepando otras con los criterios de John Stuart Mill, David Hume y John Locke entre otros. Alguien con quien estuvo siempre en desacuerdo fue con Ludwig Wittgenstein y su interpretación lingüística de la filosofía. El pensamiento filosófico ruseliano se centró preferentemente en la especulación acerca de la relación entre la realidad objetiva y la interpretación o hipótesis que sobre ésta hacemos. Este problema es el que de una forma o de otra está presente como tema fundamental de reflexión en los diferentes sistemas filosóficos que han pasado a la historia y siempre es tema de debate el de si es posible conocer en su esencia, en su absoluta objetividad, la “cosa en

si” kantiana, el mundo exterior a cada ser, o si sólo es posible el conocimiento subjetivo através de lo que aportan nuestros sentidos. El dilema parece no tener solución, conocer la “cosa en si” sin la mediación de los sentidos, se nos presenta como el tratar de ver el mundo que nos rodea o como dice Russell “lo que está allá afuera”, sin los ojos, oírlo sin los oídos. Sobre este tema se nos ocurre el siguiente símil. Imaginemos un individuo que de alguna manera ha logrado vivir desde que tiene uso de razón en una habitación absolutamente cerrada y que sólo tiene conocimiento de lo que el supone hay “allá afuera”es por medio de lo que observa en la pantalla de un televisor que le presenta imágenes del supuesto mundo exterior. Al individuo le asalta la duda de que si será real lo que ve o sólo son imágenes de un video instalado en su equipo. A nuestro sujeto se le posibilita salir de la duda practicando una abertura en la pared de su habitación, pero nada similar podemos intentar los seres reales.

El interés científico- filosófico de Russell se desplazó también hacia la física particularmente en su divulgación rigurosa como se advierte en sus excelentes obras didácticas “El ABC de los Átomos” y el “ABC de la Relatividad”.

El nombre de Bertrand Russell apareció muy a menudo en los medios en los años 60 y 70. Obtuvo el Premio Nobel en 1950, se destacó como pacifista y tal como aparece en el Diccionario de Lógica de la autora rusa Alexandra Guétmanova, “impugnaba las teorías que predicaban la absorción del hombre por la sociedad y el Estado”.

MATEMÁTICA: UNA CIENCIA PECULIAR

La matemática es una ciencia, pero ciertamente no es clasificable como ciencia de la índole de la física, la química, ni como aquellas que comprenden a la economía, la sociología y otras análogas, aunque esté consustancialmente relacionada a éstas y sobre todo a las naturales las cuales no pueden desarrollarse sin el instrumento de la matemática. La matemática por razones que expondremos, no tiene como temas, ni objetos ni fenómenos que existan en lo que llamamos realidad, aunque los métodos y procedimientos matemáticos sean imprescindibles para el estudio de esos objetos y fenómenos.

Los objetos de estudio directo de la matemática no existen en la naturaleza, los crean los matemáticos, es por eso que no clasifica entre las ciencias naturales y entre otros factores, tal cosa influye en su no inclusión entre los Premios Nobel.

La matemática trata con objetos como puntos, rectas, triángulos, pero en la naturaleza no existen ni puntos, ni rectas ni triángulos de los que trata la matemática. Puntos, rectas, triángulos y otros muchos objetos que en la matemática se estudian, son entes ideales creados por la mente humana para que se ajusten al tratamiento teórico de los estudios que de lo entendido como realidad, hacen quienes profesan las ciencias naturales y aplicadas. Claro está que los entes matemáticos ideales citados, son idealizaciones, abstracciones, de objetos aproximadamente en forma de triángulos y de las otras figuras, ya sea de

objetos reales que tengan esas formas o de sus representaciones por medio de dibujos, maquetas, etc. El matemático necesita efectuar esas idealizaciones, como imaginar que las rectas no tienen ancho o que los puntos no tienen dimensiones, para poder establecer mediante ecuaciones, fórmulas, etc., los procedimientos de cálculo y deducción que los físicos, químicos, ingenieros, economistas y otros especialistas emplean en la práctica.

No se otorga Premio Nobel en matemática, sin embargo muchos matemáticos han ganado el Nobel por sus aportes en su especialidad a otras disciplinas para las que sí existe ese premio como es el caso del de Economía. Hace poco tiempo, tuvimos la oportunidad de ver el filme “Una Mente Maravillosa” sobre el matemático norteamericano John Forbes Nash que ganó el Premio Nobel de Economía hace unos años. John Forbes Nash, considerado un genio por la comunidad científica mundial, ideó una muy útil aplicación de la teoría matemática de los juegos a problemas de la economía. La teoría original de los juegos se debe al matemático norteamericano de origen húngaro John von Neumann.

Los organismos encargados de otorgar el Premio Nobel, sólo lo hacen por resultados científicos plenamente comprobados, un resultado en matemática pura no se presta a una comprobación en la práctica como la que puede realizarse en las ciencias naturales o de semejante índole. Pienso que la excepción pudo haber sido para el aporte del lógico y matemático norteamericano de origen austríaco Karl Godel, quien a mediados del pasado siglo XX, conmovió al mundo de matemáticos y lógicos al demostrar el teorema que lleva su nombre. Según el teorema en cuestión, en un sistema de

axiomas matemáticos no se pueden demostrar ni refutar *todos* los resultados que de ellos se deriven, a partir solamente de los axiomas del sistema. Habrá que acudir a otro sistema de axiomas, esto es a un metasistema. Tal conclusión tiene también aplicación en la lógica, y un ejemplo muy conocido es el que se presenta en la llamada Paradoja del Mentiroso del cretense Epiménides, cuando dijo “Todos los cretenses siempre mienten”. Si bien se analiza esa proposición es inverificable pues por el sistema de reglas de la lógica, se cae en un círculo vicioso. Evidentemente el aporte de Godel, junto con el Principio de Indeterminación de Heisenberg y la Teoría del Caos, marcaron en la ciencia lo que el Nobel belga Ilya Prigogine llamó el Fin de las Certidumbres. El Teorema de Godel, como de matemática al fin, sólo requiere demostración lógica y la ha tenido, por lo cual dada su trascendencia, en mi opinión calificaría para el Nobel. El Teorema en cuestión refutó la tesis de exaltación racional de la matemática sustentada por David Hilbert, lo cual no opaca para nada el prestigio e importancia de este eminente lógico y matemático alemán.

De todo lo expuesto podemos concluir que la matemática es una ciencia de características muy propias, sin la cual otras ciencias no habrían alcanzado el estatus que ostentan.

LA METÁFORA , LAS CIENCIAS Y UN POEMA DE DULCE MARÍA LOYNAZ

La metáfora y la imagen, recurso utilizado por poetas y escritores en general, a veces es referida por éstos a conceptos y hechos de las ciencias.

Sobre las metáforas basadas en conceptos de las ciencias, haré unas reflexiones, no sobre el aspecto literario, como es lógico en mi, sino a lo que me concierne como profesor de Física y Matemática,

Un buen escritor está capacitado para poéticamente transgredir la expresión de una ley o un concepto de la física o la matemática si con ello logra un fin estético o emotivo positivo.

Pero quien a una transgresión se decida ha de tener un conocimiento lo mas acertado posible del concepto en cuestión, de forma tal que el receptor de la creación literaria no tenga dudas de que se trata de una metáfora y no de un disparate,

Un concepto que atrae tanto a escritores como a críticos, es el de espejo y sus propiedades ópticas.. Pero son muy frecuentes expresiones como ésta: "...la solución se presenta nítida en el resplandor del objeto (...) es la **refracción** de la luz , el choque de los rayos (...) en el espejo...".En el espejo lo que se produce es básicamente **reflexión** en el choque de rayos. Si el escritor conoce esto y sobre esto, con fines literarios quiere metaforizar, bien, pero si de verdad cree que el espejo refracta está cometiendo un gazapo.

Otro concepto algunas veces mal utilizado en metáforas, esta vez de las matemáticas, es el de espiral, La figura que algunos escritores toman como espiral y la presentan como una curva tridimensional parecida a una escalera de caracol, es en realidad una curva llamada hélice. La molécula de ADN se representa por una doble hélice y no por una doble

espiral la cual es una curva plana que puede dibujarse toda en un papel. Sin embargo en la colección de ensayos “Una cosmología poética” leemos : “ ... y la espiral ascenderá” Esa espiral que asciende, no es una espiral...la espiral no puede salirse del papel...,es una hélice.

Por último me referiré al uso de la palabra “coordinada” en metáforas, pero en este caso la transgresión es mas aceptable incluso estéticamente. Coordinada es un concepto matemático. En geometría, coordenadas de un punto se le llama a tres números, o si se quiere a tres cantidades que fijan la posición de un punto en el espacio pues representan las distancias de aquel a tres planos de referencia. Pero es el caso que en en literatura suele usarse coordenadas como los detalles de cualquier índole que caracterizan un objeto o una situación sin que trate de la posición de algo.

Como conclusión diré que bienvenidas las metáfora literarias con conceptos de la ciencia, las cuales bien utilizadas coadyuvan al enriquecimiento del lenguaje poético, pero utilizándolas de modo tal que no produzcan confusión de conceptos sobre todo en jóvenes de buen gusto que comienzan a acercarse a la buena literatura pues una trasgresión inapropiada pudiera dañar el fondo cognoscitivo con el consiguiente perjuicio de la formación general. de lectores y oyentes.

Dulce Mará Loynaz en su bello poema “Diálogo” nos da una muestra de transgresión científica en metáforas o imágenes que no producen confusión alguna en los conceptos:

- “Están callendo estrellas...
- ¿ Qué dices hermano?, son estrellas fugaces.
- Están callendo estrellas...
- Que pensamiento extraño...

- Como del cielo claro, se desprenden estrellas,
pon tus manos abiertas para que del cielo caigan.
- ¿Qué estás diciendo hermano?
Son estrellas fugaces, ni caen ni se recogen.
- No importa. Pon las manos.

Para finalizar y resumir los criterios que aquí expongo, me permitiré tomar del magnífico libro “El universo de los escritores cubanos” de la doctora María Begoña de Luis Fernández, profesora de Astrofísica de la Universidad Nacional de Educación a Distancia de Madrid, esta elocuente cita de José Martí que la autora presenta así:

“Advertía Martí: Fundar la Literatura en la ciencia, lo que no quiere decir introducir el estilo y lenguaje científicos en la Literatura, que es una *forma de la verdad* distinta de la ciencia, sino comparar, imaginar, aludir y deducir, de modo que lo que se escriba permanezca, por estar de acuerdo con los hechos constantes y reales...”.

-

- .

-

