

## Explicando los misterios de la naturaleza. . . ¿Que es esto del ‘Bosón Higgs’?

“Cualquier avanzada tecnología actual es indistinguible de magia” Arthur C. Clarke

Simón E. Malo

¡No!... No crean que he perdido mucho sueño en los últimos meses por la verdadera existencia de esta partícula subatómica. Tampoco me he quedado sentado en el borde de mi silla esperando a que los científicos de CERN (*Laboratorio Europeo para el Estudio de Partículas Físicas*) o Fermilab lo confirmen. Pero, como cualquiera con una saludable curiosidad por la esencia misma del universo no me he quedado indiferente a lo que ha estado pasando en Ginebra y Chicago en estos laboratorios de renombre mundial.

Hace unos 30 años se le metió en la cabeza al científico inglés Peter W. Higgs, después de cuidadosos cálculos matemáticos, que tenía que haber un ámbito subatómico especial (el ahora llamado “Higgs field”) difundido por todo el universo que actúe como fuente de fricción y que explique, entre otras cosas, el porqué las cosas tengan peso. Precisamente, estaba seguro que tiene que haber una partícula colateral que justifique el peso de los átomos y que sea el origen y donde radique toda la masa del universo. Su teoría era que una partícula subatómica invisible a los instrumentos de ese tiempo tenía que existir para dar cabida a otras ya establecidas indirectamente como son los ‘bosón’ (nombrados en honor a Satyendranath Bose, un colega de Einstein), los ‘quark’ y los ‘electrones’. Pues parece que el tal bosón ‘Higgs’ ya se ha descubierto... más o menos... o estamos cerca de hacerlo. Como todo en ciencia subatómica hay que desbaratar primero todo para luego detectarlo—en el fugaz momento de la desintegración—y creen que ya casi lo han localizado con el monstruoso ‘acelerador’ de CERN que funciona en un túnel circular de 27 kilómetros de diámetro a las afueras de Ginebra.

Antes de que Max Planck postule en 1900 su teoría de los ‘cuanta’ estableciendo que todo en la naturaleza tiene que venir en porciones discretas, posiblemente subdivisibles, había entre los científicos el sentimiento petulante que habíamos llegado al final y que la ciencia ya entendía todo lo que había por conocerse. En realidad entonces muchos todavía insistían que los tales ‘átomos’ eran el producto de imaginaciones febriles y exitables. La física ‘clásica’ desconocía muchísimo y lo que se sabía eran meras aproximaciones de la realidad de hoy, sin explicar nada fundamental. Con el enorme acopio de nuevo conocimiento en el último siglo los físicos son ahora más cautos y la mayoría no saben cuál va a ser el próximo paso en el estudio de la esencia misma de las fuerzas universales de la materia, como lo veremos después. Lo que ahora se llama el ‘*Modelo Standard*’ parece ser lo más simple, pero en realidad nos ha llevado 100 años para llegar a esta meta. Hoy sabemos que hay un entero zoológico de partículas subatómicas, cada una con su ‘contraparte’ de antimateria y un complemento de misterio y fascinación. En realidad, hasta ahora se ha llegado a identificar un total de 18 partículas subatómicas divididas en ‘Fermiones’ (\*Nota), los propios constituyentes de la materia y ‘bosones’ que contienen las fuerzas de la naturaleza y que permiten a los fermiones el interactuar. Los fermiones están a su vez divididos en ‘quarks’ y ‘leptones’. Cada uno viene en tres formas o ‘sabores’ de generaciones sucesivamente más pesadas. La primera generación consiste de los ingredientes de la materia más común. Los quark: ‘up’ y ‘down’ (superior e inferior) son las partículas de los protones que con los neutrones constituyen el núcleo del átomo. La primera generación de leptones consiste del electrón, el tercer constituyente del átomo que por décadas lo conocemos en sus variadas manifestaciones, conocido por estar cargado de electricidad negativa. El fluir de una corriente eléctrica en un metal conductor, como el cobre, se debe al movimiento de electrones libres en el metal. Asimismo la conducción de calor es principalmente un fenómeno de actividad electrónica. Ahora también sabemos que la versión de antimateria del electrón es el ‘positrón’, algo no hipotético sino bien establecido en física y ya bien usado en medicina moderna.

El ‘colega’ del electrón es el ‘neutrino’, una partícula tan pequeña y fugaz que los científicos siguen arguyendo entre ellos si en verdad tiene masa. Se saben que hay tres tipos de neutrinos, pero todos son tan efímeros que hoy parece que no existen fuera de los ambientes artificialmente violentos creados en los ‘colisionadores’ de los laboratorios de física, pero se cree que eran abundantes en el inicio turbulento del universo hace aproximadamente unos 20 mil millones de años. La segunda generación de quarks se conoce con el nombre socarrón de ‘charm’ (encanto) y ‘strange’ (extraño). Los leptones son el ‘electrón-neutrino’ y el ‘muón-neutrino’. Los quark de la tercera generación se llaman ‘top’ y ‘bottom’ (superior e inferior). Además está el leptón ‘tau’ y el ‘tau neutrino’. El más común de los bosones es el ‘fotón’—la partícula de la luz—cuya rapidez de expansión marca el límite máximo de la velocidad en el universo (300.000 km por segundo en el vacío). Los fotones llevan consigo la ‘primera fuerza’ del universo, la electromagnética y son comparativamente los más endebles en el *Modelo Standard*, careciendo de masa. La ‘segunda fuerza’ del universo se llama la ‘Débil’ y controla el deterioro radioactivo de los átomos.

\*Enrico Fermi, físico italoamericano (1901-1954) nació en Roma y se educó en la Universidad de Pisa y en los mejores centros europeos. Emigró a los USA porque su esposa era judía cuando Mussolini amenazaba con persecuciones. Fermi preconizó el empleo de neutrones para desintegrar el átomo y construyó en la Universidad de Chicago, debajo de las graderías del estadio, la primera ‘pila’ de uranio para obtener una reacción nuclear controlada. Recibió el premio Nobel en 1938 y murió prematuramente de cáncer como consecuencia de su trabajo con materiales radioactivos.

La Débil es en realidad más potente que la fuerza electromagnética, pero opera sólo a cortas distancias y es activada por tres bosones: el  $w^+$ , el  $w^-$  y el  $z$ . A diferencia de los fotones que no tienen ningún peso, los bosones son masivos. La 'tercera fuerza' de este modelo se bautiza la 'Fuerte' y es la más potente de las tres. La 'Fuerte' es la que amarra a los quark y los sujeta en el proceso de asir al núcleo atómico. Esta fuerza es llevada por los 'gluones' que como los fotones no tienen masa. Para complicar las cosas aún más, la fuerza nuclear 'Fuerte' viene en tres formas que los físicos, por no tener algo mejor llaman con un toque de picardía: la roja, la verde y la azul. Debido a estos diferentes 'colores' cada quark también viene en tres variedades y hasta hay ocho tipos de gluones que se pueden distinguir.

Pero dejemos aquí el *Modelo Standard*, porque todavía quedan innumerables misterios por dilucidar y sin duda tendremos que esperar otros 100 años para encontrar que sabíamos tan poco al principio del siglo XXI. Como mencionamos uno de los misterios, en el proceso de resolverse, es la existencia de un bosón que haga que las otras 17 partículas tengan lógica matemática y aquí encontramos de nuevo al renombrado 'Higgs' que ojalá no se demoren mucho en confirmar su existencia. Otro misterio en que el tal *Modelo Standard* no da cabida o explica nada de la 'cuarta fuerza', la más difundida y omnipresente en el universo, la 'Gravedad'. Hay otros serios problemas con esta teoría, pero despreocupémonos de esto para no hacer las cosas más complicadas de lo que ya están. Sin embargo, un enigma profundo que salta a la vista es un problema de jerarquía: ¿Por qué las diferentes fuerzas del universo operan con variantes energías? ¿Son manifestaciones del mismo fenómeno? Y si lo son, ¿cómo se les puede explicar en forma matemática sencilla?

El *Modelo Standard* se encuentra ahora con el desafío de ser desplazado por tres nuevas teorías que representan el progreso que hemos tenido recientemente. Francamente todas tienen un complemento fantasmagórico y hasta sobrenatural y superficialmente parecen la creación de la imaginación de dementes. Todas necesitan un entendimiento mejor de las 'simetrías' que se creen apuntalan las bases estructurales del universo. Sin querer entrar a detalles déjenme mencionarlas porque en el futuro estaremos oyendo más y más de ellas. A la primera la llaman la teoría en *Tecnicolor* porque sugiere que el bosón Higgs, en vez de ser una partícula, es en realidad un complejo de nuevas fracciones de 'tecniquarks', que tiene más lógica matemática. Sus proponentes dicen que explica mejor el problema del rango de las fuerzas del universo y también predice que debe haber un complemento mucho mayor de partículas que todavía se desconocen. Sin embargo, muchos creen que la segunda teoría, la de *Supersimetría*, explica mejor los problemas de falta de naturalidad de las otras y es la que apunta en una forma más conveniente a una mejor unificación de las fuerzas 'electromagnética', 'fuerte' y 'débil' y que sobretodo acomoda mejor a la 'gravedad' en todo este conjunto. La tercera teoría es quizá la más extraña y es la de 'Extradimensiones'. El *Modelo Standard* especifica a sólo cuatro dimensiones en el universo: tres de espacio y una de tiempo. La última nos indica por lo menos a 5 dimensiones y esta quinta es el hábitat de la 'gravedad', con un bosón que lo llaman 'gravitón'. Todas estas teorías están por perfeccionarse y luego demostrarse, lo que va a ocupar a los científicos por lo menos los próximos 100 años. Desde mucho antes de Einstein y su revolucionaria teoría de la relatividad los físicos han venido buscando una fórmula matemática que reduzca todo a una sola teoría, con una sola ecuación y que logre captar y explicar todo de una vez por todas en forma sencilla y elegante: una *Teoría para Todo*. Me parece que tendremos que esperar mucho más por esto.

**Resumiendo:** En el 'Modelo Standard': *Partículas Subatómicas Elementales*

**Quarks :** Up, Charm, Top

Down, Strange, Bottom

**Leptones :** Electrón neutrino, Muón neutrino, Tau neutrino, Electrón, Muón, Tau

**Ejecutores de las Tres Fuerzas de la Naturaleza :** Fotón, Bosón Z, Bosón  $W^+$ , Bosón  $W^-$ , Gluon y el Bosón Higgs.

**Fuerzas de la Naturaleza:** Energía 'Electromagnética': rayos gamma, rayos-X, rayos ultravioleta, luz visible, infraroja, microondas y radio. La fuerza 'Fuerte' sujeta al núcleo atómico y es potentísima a cortas distancias. La fuerza 'Débil' es responsable por el deterioro radioactivo de los átomos y la 'Gravedad' ejerce su efecto a grandes distancias. Todas parecen ser manifestaciones de una sola fuerza universal que algún día ojalá se puedan explicar matemáticamente en forma satisfactoria.

-----  
Bueno y qué?, dirán ustedes. ¿En que forma me beneficia el saber todo esta basura? Pues sólo la 'superconductividad' de la electricidad, con nuevos materiales, revolucionaría al mundo entero actual. Para mencionar nada más una de las cosas en una lista casi infinita de mejoras: Imagínense motores eléctricos más potentes, con una fracción del tamaño y del peso actual, si se usan aleaciones de metales superconductores. En 'superconducción' ya estamos usando nuevos materiales que son livianísimos, que usan mucho menos electricidad y que son mucho más favorables y dañinos al ambiente. Ahora si eso no es progreso que me maten.

# Reflexiones sobre el Universo

Simón E. Malo

Siempre me he preguntado de donde venía aquella encantadora palabrita, 'Quintaesencia', como la quintaesencia de una sustancia, lo mas puro y acendrado de algo. Pues los antiguos en su curiosidad y fascinación ingenua y hasta admirable y simpática, creían que la Tierra, por cierto, todo el universo, estaba constituido por 5 esencias. Las 4 primeras eran naturalmente: tierra, agua, fuego y aire. Pero había otra sustancia mas bien indefinida y quizá misteriosa que constituía todo lo celestial y divino—La Quintaesencia. Es por eso que la gente común, no sólo la iglesia pero azuzada por ella, se reveló y creyó vejatorio cuando el práctico y estudioso de Copérnico salió con la impertinencia de decir que el sol y los cielos no daban la vuelta alrededor de la Tierra, sino que era al revés.

Einstein le daba más importancia a la imaginación que al mismo conocimiento. En este sentido uno de los que más imaginación han mostrado sobre esta quintaesencia celestial era el afamado británico Arthur C. Clarke que por cierto vivió por muchísimo tiempo en Sri Lanka. Este afamado y visionario escritor acaba de morir el 18 de Marzo, 2008, a los 90 años. Su más conocido libro en ciencia ficción fue sin duda *2001-Odisea en el Espacio* (1968), con la que Stanley Kubrick en Hollywood, hizo la renombrada obra de cine que la mayoría de nosotros, ya viejitos hoy, la vimos y disfrutamos varias veces hace 40 años.

A decir verdad el gran escritor no tenía una mayoría abrumadora de simpatizantes y admiradores en el campo de la estricta ciencia. Casi todos los cosmógrafos se sonreían con tolerancia de su trabajo novelesco. Otros, como Carl Sagan, el gran popularizante de la ciencia, tenían menos paciencia. Hasta decía en privado que lo que hacía Sir Arthur era difundir información errónea a la juventud. Aquellos que no querían tomarse el tiempo para informarse, reflexionar y diferenciar lo novelesco de la realidad científica. Lo que realmente le irritaba a Sagan era que cuando los periodistas lo entrevistaban, Clarke decía algo como lo siguiente: "Nunca puedo observar la Vía Láctea sin preguntarme maravillado de qué banco de estrellas los próximos 'emisarios' vendrán. Si me perdonan, parece que lo único que tenemos que hacer es sólo ponernos a esperar. No creo que se demóren mucho" Cuando le consultaban más en detalle si realmente creía en UFOs se hacía el tonto y sonreía, "Decía esto no prueba nada del nivel de inteligencia de los extraterrestres, pero si confirma lo insólito que es el buen intelecto en la Tierra".

Declaraciones como estas molestaban a los que habían dedicado sus vidas a estudiar el origen y la evolución del Universo por muchos años. A pesar de esto el hombre ha estado fascinado por viajes siderales desde los Griegos. Muy después el astrónomo Johannes Kepler (1571-1630) que parece le fascinaba el asunto le escribe confidencialmente de Graz en Austria, a Galileo en Padua: "Considerando que habrán apropiados vehiculos en un futuro lejano para el espacio, sin duda igualmente habrán personas sin miedo a las terribles distancias del espacio".

Volviendo a Sagan, su argumento más sólido contra los UFOs era que es una excusa para que todo el mundo pero en especial la juventud no tenga una apreciación global y un entendimiento mejor de las intrincaciones de los viajes siderales. En la presente época no nos podemos descuidar y dejar a un lado los portentos y posibilidades de la ciencia moderna. Sostenía que es indiscutible que la investigación es la única avenida que nos toca seguir para nuestra eventual sobrevivencia y no creer en tonterías. Que estamos en una encrucijada que nos mantiene indisolublemente ligados a los resultados de los descubrimientos técnicos. Arguía además que es materia de mera sobrevivencia el entender bien nuestra dependencia en sus hallazgos y que de por sí el comprenderse en su estudio representa un enorme placer intelectual. El sentir de Sagan ha sido y es compartido por la mayoría de los físicos, astrónomos y cosmógrafos modernos que han hecho de sus vidas largos proyectos en dilucidar y aclarar los fenómenos del universo.

A pesar de todo esto y en efecto para muchos científicos la 'exobiología' ha sido un hobby, casi una profesión secundaria. Para que sus colegas no los crean frívolos se hacían los pragmáticos pero internamente seguían ilusionados en encontrar indicios de vida en el espacio. Aún Sagan compartía las ilusiones de alguien como Frank Drake (Univ. California, Santa Cruz) que como diversión se puso un buen día a calcular cuales eran las posibilidades que haya planetas con vida, sólo en la Vía Láctea. Calculó que de un mínimo total de 200 mil millones de estrellas tenía que haber por lo menos 10,000 planetas en nuestra galaxia con alguna forma de vida basada en la química del carbón y del agua. Drake dio respectabilidad científica a su hobby inventándose la Ecuación Drake para esto. Acto seguido, ante su insistencia él y colegas pudieron conseguir recursos para establecer con los auspicios de Cornell Univ. un gigantesco radiotelescopio de 305 m. de diámetro en 1963 en Arecibo, Puerto Rico. Pero desde esta fecha no se ha detectado nada que pueda interpretarse como un mensaje para establecer contacto con los terráqueos. Dicen que Enrico Fermi (1901-54) el físico descubridor de formas de mantener una reacción de fisión nuclear controlada, que era asimismo un embromón, sólo se reía de estas 'inquietudes' de su colegas sobre los extraterrestres y siempre decía: "Y donde están? Ya es hora de que lleguen!". En más de 50 años las cosas no han cambiado. Muchos siguen repitiendo la misma pregunta. Pero hay otros que creen que el proyecto SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) debe continuar, aunque hasta ahora no haya tenido ningún resultado positivo. Agregan que sí es pura vanidad fatua el creer que seamos los únicos en el cosmos que puedan tener vida ineligente, pero que quieren asegurarse de esto.

Hasta ahora nuestro planeta en los últimos 50 años, ha emitido suficiente radiación electromagnética en forma de radiodifusión y TV. Hay una inmensa esfera alrededor de la Tierra con un radio de 50-años-luz de señales y se está expandiendo en una glóbulo que contiene una muestra representativa de casi todos nuestros logros culturales. Sin embargo, una vez que decifren todo esto los extraterrestres a lo mejor dudan de la calidad de nuestra tal inteligencia. El astro más cercano a la Tierra es *Próxima Centauri* una estrella roja enana en la que no se encontrado ningún pla-

nete con indicios de vida. La que sigue es la estrella *Beta Andromeda* a 75-años-luz de la Tierra en la que tampoco detectan nada con vida en sus planetas. A más distancia se encuentran muchos planetas alrededor de estrellas, pero en una lista que crece a cerca de 300 planetas, casi todos son gigantes gaseosos como Jupiter, sin posibilidad alguna de vida como nosotros la conocemos. La mayoría están a distancias encima de los mil-años-luz. Esto quiere decir que alguien que viaje a la Tierra o al revés, se demorarían mil años en llegar a su objetivo viajando a la velocidad de la luz. La pregunta trascendente es: ¿Habrá civilizaciones con vehículos espaciales que viajen a la velocidad de la luz? Según Einstein y su teoría de la relatividad no puede existir nada en el universo que viaje a esta velocidad, 300.000 Km por segundo. Muchos entusiastas por la UFOlogía se olvidan de esto y dicen de inmediato: Pero a lo mejor civilizaciones adelantadas han llegado a dominar totalmente la física, con algo nuevo y tengan vehículos espaciales revolucionarios. Sagan y otros como el afamado Martin Rees de la Univ. de Cambridge creen que esto son sandeces y no entender bien lo que nos pronostica la teoría de la relatividad.

En los últimos años ha habido una revolución en cosmografía que hasta cierto punto es una ciencia nueva como fue la física de partículas subatómicas que hace unos 50 años. Con los nuevos enormes telescopios, comenzando con el *Hubble* el *Telescopio Espacial* en Abril, 1990 que hace observaciones en luz ultravioleta e infrarroja, además de la visible, se han hecho miles de estudios. Asimismo hay más de una docena de telescopios relativamente nuevos (\* Nota) en muchísimos lugares con pristinas y privilegiadas condiciones climáticas para observar, como Chile, Gran Canaria, Arizona y Australia y otros que nos traen todas las semanas nuevas sorpresas. Infortunadamente Sagan, la admiración de muchos jóvenes murió en Dic. 1996 de una neumonía traicionera cuando su organismo perdió toda su resistencia al soportar 3 transplantes de médula para combatir un cáncer implacable. Esto fue cuando la existencia de los 'Black Holes', la extraña 'singularidad' cósmica, recién se comenzaba a vislumbrarse. En esto hay igualmente una historia cómica e interesante: El físico John A. Wheeler, que acaba de morir a los 96 (Abril 13, 08), fue el primero en usar el nombre de 'Black Hole'. Como era también un astrofísico y cosmólogo pionero en muchos de estos campos, Wheeler, con sus cálculos, llegó al convencimiento que tenía que haber una 'rara singularidad' que se quede después de una explosión de una estrella gigantesca envejecida. Sabía que con tanta materia comprimida su gravedad interna iba a ser tan enorme e intensa que no iba a dejar salir ni la luz.

Explicando esto en una conferencia, cuando terminó de aclarar este monstruo celestial, se dio la vuelta al público y preguntó: "Y ahora ¿Cómo lo llamo?" Un gracioso al final del auditorio sabiendo que Wheeler era un bromista jodón, que nunca se tomaba en serio, le gritó, "Llámalo un 'Black Hole'", Wheeler, asimismo en chanza, dijo: "Fantástico, me has resuelto el problema". Y así se quedó el nombre.

Ahora los cosmólogos tienen la seguridad que los 'Black Holes' tienen un papel determinante en la evolución de las galaxias. Tienen la certeza que toda Galaxia tiene un Black Hole, invisible, en su centro sin depender de su tamaño. Las elípticas y rojizas, que son las más grandes y viejas, tienen Black Holes gigantescos con una masa gravitatoria de varios miles de millones de Soles. En cambio las más esféricas y pequeñas, con luz azulada de estrellas jóvenes, tienen Black Holes más modestos en tamaño.

Otro extraordinario descubrimiento reciente es que en el desarrollo de las galaxias cada Black Hole central tiene un papel regulador determinante. Que en alguna forma controlan su crecimiento y evolución en unión del halo de materia oscura que sirve de anclaje gravitatorio inicial a la condensación de gas para la formación de estrellas. Los cosmólogos dicen que la materia oscura sujeta y mantiene asido al universo como en una especie de andamiaje invicible. Agregan que en efecto el 90 por ciento del universo está en forma de materia imperceptible que no brilla, pero que ejerce una fuerza gravitatoria enorme, que curva a la luz que pasa a su través.

Todavía no hay certeza total en este rompecabezas sideral y de cuál es el papel exacto de estos factores. La evolución galáctica es más bien intuída, con el uso de matemáticas, experiencia con las leyes de física, además de simulaciones computacionales y el uso de observaciones directas e indirectas y el uso de telescopios con 3 tipos de luz, infrarroja, ultravioleta y visible. Para tener mejores nociones de todo esto se está construyendo un nuevo telescopio revolucionario que tomará fotos continuas del espacio pero en lapsos regulares de tiempo, como una cámara de cine y comparará imágenes diariamente para dilucidar su contenido y progreso evolucionario. Lo llaman *Large Synoptic Survey Telescope (LSST)* y tiene un espejo especial de 8.4 metros de diámetro que será instalado en el Cerro Pachón en el norte de Chile.

Todo este nuevo conocimiento sobre los secretos recónditos en la formación de estrellas y galaxias ha sido una gran sorpresa para los científicos. El encontrar que el número de estrellas coalescentes es mucho mayor en las coronas de materia oscura de mayor tamaño, ha sido algo inesperado. El cosmólogo israelita Avishai Dekel, que es uno de los más activos y productivos en el nuevo campo del crecimiento y evolución galáctico, dice bromeando que ahora que está en la parte más misteriosa del universo está fregado y hasta la coronilla, en la parte más impredecible, envejecida y oculta en la evolución del universo.

\* Los telescopios más grandes del mundo con sus diámetros son: Gran Canaria: 11.2 m; Hawaii: Keck 1 & 2: 10.56 m c/u; Hobby-Eberly (Texas): 10 m; Gran Binocular (Arizona): 9 m; Grandes Telescopios (Chile) 4 de 9 m; Subaru (Hawaii): 9 m; Gemini (Norte) Hawaii: 8.72 m; Gemini (Sur) Chile: 8.72 m; Observatorio MMT (Arizona): 7 m; Magallanes I (Chile): 7 m; Magallanes II (Chile): 7 m; BTA (Rusia): 6.46 m; Gran Zenith (British Columbia): 6.46 m; Hale (California): 5.4 m.

