



Ilustración: Alexander García Tovar

Química

COMO SE CONCIBE EL ATOMO ACTUALMENTE

LUIS JAVIER NARVAEZ ZAMORA *

Descartes en 1625, tres siglos antes del descubrimiento del electrón, postuló según sus deducciones matemáticas que el átomo debía tener una partícula elemental primitiva a la que llamó "Torbellino del entonces éter universal".

Doscientos años más tarde Wilson en su cámara de niebla pudo fotografiar la trayectoria (su única evidencia hasta hoy) que dejan los electrones a su paso pues según Wilson "jamás veremos a los electrones" por ser más pequeños que las ondas luminosas y para verlos debe dirigírseles energía en forma ondulatoria mayor a la que ellos puedan soportar y esto implica detenerlos y cambiarles su trayectoria.

Gracias a las experiencias de Wilson se pudo conocer el diámetro del electrón (longitud elemental) igual a 10^{-13} cm. como también el tiempo elemental (tiempo empleado por la luz en atravesarlo), su velocidad mínima (2.000 km./seg. a temperatura ambiente) a la cual puede darle 6×10^{15} vueltas al núcleo atómico en un segundo, al igual que se pudo conocer su masa en reposo (9.107×10^{-28} gr). Gracias a los aceleradores de partículas y a las fuerzas electromagnéticas conseguidas en ellos por corriente alterna, se consiguen empujes cercanos a la

velocidad de la luz, a los cuales según de Broglie, un cuerpo material se transforma en una onda, que para el caso del electrón (con velocidad, spin, velocidad de rotación y masa conocidos) se deduce la fuerza con que este torbellino interactúa con el medio (electricidad) y además la cantidad de electricidad que lo rodea (carga) 1.6×10^{-19} coulombios, la cual se corresponde con el número de electrones que transporta por segundo una corriente eléctrica de un amperio de intensidad.

De tal manera que electricidad puede definirse como un grupo de electrones en cuyo alrededor no hay "espacio y todavía menos "tiempo". Electricidad podríamos definirla como una sustancia cuyos "átomos" son los electrones.

Dos fuerzas mantienen el átomo: electrones y protones, como tal los electrones son iguales entre sí, varían en número de 1 al 127 en los átomos de la tabla periódica, en estos átomos, los electrones periféricos son los responsables del enlace químico, es decir de todas las formas materiales.

Los electrones a su vez hacen "saltos cuánticos" de un nivel a otro de energía, es decir deben ganar o perder paquetes discretos de energía (cuantos) en forma inmediata y al hacerlo emiten luz, entre más lejanos del núcleo, viajan más rápido, hasta que lo abandonan transformándose el átomo en unión.

* Jefe del Programa de Biología y Química de la Universidad Surcolombiana.

Los electrones internos son más difíciles de liberar y cuando lo hacen generan los rayos X; comparados con el núcleo, los electrones son diez veces más pequeños en diámetro, además el núcleo es unos 130 billones más denso que el agua, si se quisiera llenar un centímetro cúbico con núcleos, pesaría 2.4×10^{11} kg. que caerían inmediatamente a la tierra, atravesando todas sus capas geológicas (el diámetro atómico es entre 10.000 a 100.000 veces más grande que el diámetro nuclear), pero para mantener estable la nube electrónica se necesitan cargas positivas en el núcleo, las cuales se rechazan en virtud de su carga; el núcleo contrarresta esta repulsión con los neutrones, estos tienen un peso que supera al del protón en un electrón, el neutrón no es estable, en unos 20 minutos decaen en un protón, un electrón y un neutrino, la masa neutrónica es una dos mil millonésima parte de la masa electrónica, no tiene carga, es decir que nada se opone en su camino. Los protones en reposo a su vez tienen una masa de 1.66×10^{-24} gr. (1874 veces la masa del electrón) y representan el 99.5% de la masa atómica.

Los núcleos con número par de protones necesitan menos neutrones que aquellos que tienen número impar, porque las partículas en número par generan agrupación simétricas estables.

Hidekey Yukawa supuso que la relación entre el electrón y el protón debía mantenerse por un proceso nuclear al que llamó mesón, el cual cambia las cargas del protón y el electrón a su gran velocidad ($E=mc^2$), el neutrón se transforma en electrón a la velocidad de la luz, es decir que el protón hace la transformación en neutrón unas 5×10^7 veces por segundo (juego vibratorio).

Los mesones se hallaron libres en la atmósfera pues velaban las placas fotográficas de las sondas meteorológicas.

Por su parte Quilio Lates (Brasil) y Eugene Gardner (California), al bombardear núcleos

atómicos en los aceleradores de partículas del Fermilab, pudieron fotografiar mesones terrestres, este proceso puede conseguirse con energías superiores a 200 TeV (1 eV es la energía ganada por un electrón al pasar por una diferencia de potencial de 1 voltio) ; un electrón a 600 km./seg. adquiere 1.000 eV, a 2.800 km./seg. gana 10.000 eV.

El físico romano Fermi (1930-1950) calculó la masa y la energía resultante por choque de dos protones a velocidad definida, encontró que perdían 9/10 de su masa y aparecería un cuerpo nuevo: el mesón, inestable, el cual en fracciones de segundos emite alrededor de 70 veces la masa del electrón irradiada en forma de 35 millones de eV, razón por la cual se le llamó "mesón pesado", el cual a su vez es generador de "mesones livianos", al primero se le llamó pión y al segundo muón.

Los piones son unas 200 veces más pesados que los electrones y viven alrededor de 10 a 23 segundos, los muones son unas 130 veces más pesados que el electrón, con 10^{-6} seg. de vida; según los cálculos de Fermi deberían existir unas 3 clases de piones y muones (positivos, negativos y neutros), pero realmente hay tres clases de mesones.



Ilustración: Alexander García Tovar

El "mesón medio", consumido en 10^{-6} seg. genera un electrón y un neutrino. La descomposición de un protón en electrón y neutrinos es un "proceso débil", es entre 10^3 a 10^6 veces más lento que los "procesos fuertes" (YUKAWA).

Los neutrones por su parte son neutralizados por electrones, son estables en el núcleo, libres decaen en unos 12 minutos, se transforman en un protón y un electrón, a estos electrones se les llamó erróneamente rayos beta, proceso en el cual se pierde masa y energía, el excedente en masa es un neutrino, sin carga, con spin $\frac{1}{2}$, imperturbable debido a su masa tan pequeña, lo cual lo imposibilita para chocar (probabilísticamente decaería o estallaría al atravesar una barrera de plomo de unos 50 años luz de espesor). A diario nos están atravesando miles de neutrinos y no lo notamos.

Teóricamente, además de los electrones, girarán también los mesones negativos que al ser atraídos por la acción del núcleo, facilitarían la salida de los electrones; así como el mesón es unas 20 veces más pesado que el electrón, giraría peligrosamente en torno al núcleo y finalmente aterrizaría en él. Sabido es que los átomos con mesones ligeros (muones), viven más tiempo (10^{-5} seg.) y se registran ópticamente con la luz de longitud de onda similar a los rayos X (Roentgen).

Los electrones tienen su contrapieza (el positrón), la cual puede girar en el mismo sentido al electrón (Triplet o tres direcciones en relación con las líneas del campo magnético), o en sentido contrario (singlett). La materia formada por átomos positrónicos se llama positronio del cual se tienen evidencias tangibles. Un átomo de triplet vive 10^{-7} seg. la energía irradiada por el choque de dos electrones es la "energía de destrucción", al destruirse un átomo singlett se liberan dos cuantos y 3 si es triplet.

Según los cálculos físicos existen 27 clases de subpartículas, las cuales a su vez tie-

nen su contraparte (antimateria), todas ellas con períodos de vida ínfimos, conservables solo al vacío absoluto, la nada absoluta, lo cual por ahora no es más que un sueño.

Por su parte los rayos cósmicos se acercan a la tierra con una energía entre 10^{16} a 10^{17} eV., provenientes de las supernovas (tevatrones galácticos), las cuales explotan a intervalos de más o menos 5×10^9 años, liberando protones, encargados de ionizar la atmósfera terrestre, si llegan a colisionar con un núcleo, generan luz con longitud de onda corta ultraconcentrada, es decir fotones que no se dejan frenar, viajan a la velocidad de la luz y si se frenan, declinan en 2 electrones, uno con carga negativa y otro con carga positiva (el positrón) cuyo periodo de vida es de una trillonésima de segundo.

Por ruptura de un fotón se generan mesones positivos, negativos y sin carga, 88, 220, y 330 veces más pesados que el electrón respectivamente, los mesones tienen vida corta (10^{-7} segundos) y vida larga (5×10^{-7} segundos). Estos mesones al ser frenados generan vibraciones; fotones, los cuales se transforman otra vez en parejas de electrones gemelos que a su vez dan de 5 a 6 clases de mesones, los cuales repiten el proceso docenas de veces en "cascada", hasta que la energía involucrada en el proceso decae.

A su llegada a la tierra los mesones y electrones provenientes de un protón estelar, lo hacen con 1000 millones de veces la energía de la luz, atravesándolo todo.

Pero volvamos al núcleo atómico, su peso no es igual a la sumatoria de los pesos de sus partes: un protón pesa 1.00758 uma, el neutrón 1.00923 umas, en el Helio donde hay 2 protones y 2 neutrones empaquetados, habría de esperarse.

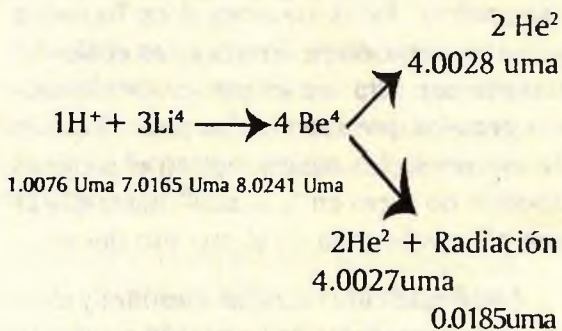
$$2 \times (1.00758) = 2.01516 \text{ UMAS}$$

$$2 \times (1.00893) = 2.01786 \text{ UMAS}$$

$$\text{TOTAL} \qquad 4.03302 \text{ UMAS}$$

Pero el núcleo de Helio pesa 4.0280 umas, se han perdido 0.03022 umas (0.075% por empaquetamiento), según Einstein 0.03022 umas generan 3×10^7 eV, (que es la energía requerida para formar un núcleo de Helio en las estrellas). Pero el proceso puede ocurrir a la inversa, dos núcleos de Helio al unirse forman un núcleo de Berilio más pesado que la sumatoria de sus partes y para formar este nuevo núcleo se requiere de energía (no se libera), la mayor parte de los núcleos se comportan así; para unir 26 protones en el Hierro se necesitan por lo menos 7×10^{18} atmósferas y 8×10^9 °C, condiciones imposibles en la tierra, entonces el Hierro es herencia cósmica de otros lugares, el sol no pudo serlo, ni otras estrellas, ni las más calientes de la galaxia, lo más posible es que provenga de un universo primitivo mucho más rico en energía.

Pero la energía que se necesita para empaquetar, se libera cuando el núcleo se desintegra:



En este proceso, hace falta un neutrón para empaquetar los 4 protones entonces se separan en 2 núcleos de Helio que pesan 0.0185 umas menos, los cuales se irradian como fotones.

Esta radiación por su longitud de onda y frecuencia puede ser: rayos gamma (corta), luz (mediana) y calor (larga), que se emiten como un concierto de ondas, al igual que en las estrellas al estallar (hermanas mayores del átomo).

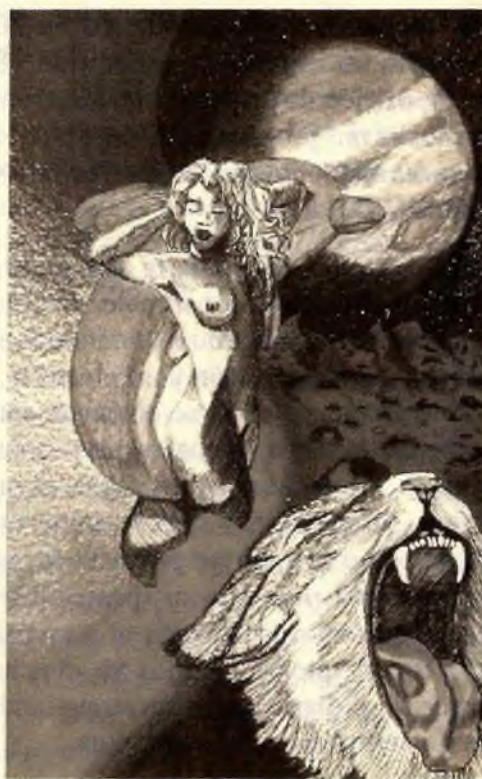


Ilustración: Alexander García Tovar

Ahora bien en los aceleradores de partículas, aparatos capaces de hacer estallar el núcleo, usando proyectiles acordes a su tamaño (protones, neutrones electrones núcleos pequeños etc.) como consecuencia del bombardeo nuclear pueden ocurrir algunos hechos, por ejemplo:

- A. Si se bombardea con protones y el núcleo no explota, este átomo cambia de número atómico
- C. Si el núcleo no puede mantener la masa por la energía suministrada, se desintegra en varias partes, el núcleo sobrecargado por el exceso de neutrones, se libera de estos bajo dos formas: lenta o inmediatamente, en el primer caso es radiactividad, en el segundo habrá una explosión nuclear que deja libres a sus componentes, los cuales a su vez generan una reacción en cadena con otros núcleos.

El primer descubrimiento de radioactividad lo hizo Beckerel en 1896 con el ele-

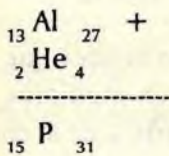
mento Radio, que luego fue aislado por sus discípulos, los esposos Curié.

El Radio emite cuatro clases de radiación: núcleos de Helio, electrones, ondas largas (calor) y cortas (gamma), el calor es producto de las agitaciones de los núcleos al estallar, incluyendo el frenado de partículas veloces, los núcleos de Helio (rayos alfa según Beckerel) son partículas de núcleos desintegrados.

En un gramo de radio estallan 4×10^{11} de sus átomos, liberando 5×10^6 eV a 1.5×10^4 km./seg., liberando 1.5×10^{11} núcleos de Helio, utilizandose más de 1.580 años en desintegrarse 0.5 gr. de Radio; a continuación se presentan los períodos de vida de algunos isótopos.

- ⁹⁰Th = 2×10^6 seg.
- ¹⁶S = 12 semanas
- ⁸⁸Ra (c¹) = 1.5×10^4 seg
- ⁸⁸Po = 20 semanas
- ⁸⁴Th (A) = 0.16 seg.
- ⁹⁰Ra (D) = 25 años
- ⁸⁸P₁₅ = 2.2 min.
- ⁹⁴Pu₁₄₄ = 50 años
- ⁸⁸Ra (C) = 90.17 min.
- ⁸⁸Ra (A) 0 1580 años
- ⁸⁸Np = 32 horas
- ⁹³C = 5.700 años
- ⁶P₁₇ = 14 días
- ⁹⁴Pu₁₄₅ = 14.000 años
- ⁸⁶Rn = 14 días
- ⁹²U₂₃₈ = 4.6×10^9 años

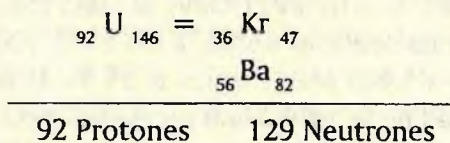
Los esposos Joliot-Curie en 1934 prepararon el primer isotopo radiactivo, bombardeando átomos de Aluminio con núcleos de helio.



La energía atómica se obtiene hoy a partir de los núcleos de uranio desintegrado,

usándose como combustible ⁹²U₁₄₆, el cual tiene:

(146-92=54)54 neutrones en exceso, que al estallar reaccionan en cadena Otto Hahn en 1939 hizo explotar 1 gramo de este isótopo obteniendo:



Faltan 17 neutrones, escapados libres con casi 2×10^7 eV, y una velocidad de 2×10^4 km./seg. que tocan a sus átomos vecinos, para explotar sus núcleos.

Para desintegrar un núcleo (2.000 veces más duro que el acero) se lo debe bombardear con proyectiles más pequeños que él, impulsados a velocidades cercanas a la de la luz, condiciones que se consiguen en ciclotrones aceleradores, tevatrones; aparatos donde se superan los 200.000 km./seg.

Un ciclotrón es un dispositivo cilíndrico, dotado de dos poderosos electroimanes, por cuyos inductores circula corriente alterna, la cual cambia la carga de los campos eléctricos positivos y negativos, millones de veces por segundo, es decir que la mitad del ciclotrón al tener momentáneamente carga positiva, repele a los protones y su otra mitad al tener carga contraria los atrae, obligándolos a girar al vacío a velocidades astronómicas, el círculo de viaje se ensancha cada vez más, en una espiral que al final expulsa al proyectil a una velocidad suficiente contra los átomos a bombardear (cañón nuclear), el ciclotrón tiene en cada tramo unos sensores electrónicos capaces de detectar la velocidad, la energía de los proyectiles y sus posibles cambios como producto de choques (ruidos).

Hoy se acoplan los sincrotrones a los ciclotrones para construir aceleradores lineales, donde las partículas son disparadas de cámara en cámara, buscando ganar más

energía; el betatrón envía rayos beta (electrones) a un tubo de vidrio al vacío, donde se estrellan contra placas metálicas (W, V, Au etc.). irradiándose rayos X y rayos gamma.

Como los electrones tienen poca masa deben acelerarse hasta centenares de millones de eV. A 1×10^6 eV (1 MeV), la masa electrónica aumenta el doble, a 10 MeV, 200 veces y a 1.000 MeV alcanza el 99.9% de la velocidad de la luz y 2.000 veces más pesado (igual al protón).

Como los núcleos tienen carga positiva, suelen repelar a los protones, que algunas veces son frenados, de tal manera que el proyectil ideal es el neutrón, el cual viaja en línea recta y no lo detiene nada.

Se suele usar como proyectiles cierto tipo de radiaciones, en los betatrones y cañones Roentgen se usan fotones de muy corta longitud de onda.

En 1930 los esposos Joliot-Curie, bombardearon núcleos de Hidrógeno pesado ${}_1\text{H}_2$ (deuterio) que al capturar un electrón se transforma en deuterio.

Mejorados los ciclotrones y creado el tevatrón, el hombre ha jugado con las partículas: se han logrado choques entre protones, electrones, neutrones, átomos ionizados y como producto de estas experiencias han surgido las siguientes conclusiones:

Del Tevatrón de Fermilab en California se han logrado los siguientes resultados:

En 1932, Carl Anderson con un generador de 600 Kw para alimentar un magneto, descubrió el positrón (electrón positivo), antípoda del electrón, el cual también gira en torno al núcleo.

En 1977, Leon Lederman descubrió el botón quark, confinado en un mesón (bottonio), al que se llamó Upsilon, 9 veces más pesado que el protón. (si se unen dos botón quarks se produce un bottonio).

Gracias a estos choques, se han liberado una serie de partículas como el neutrón que en estado libre decae en 20 minutos en un protón, un electrón y un neutrino asociado al positrón, en cambio el protón libre debe decaerse en 10^{35} años, que al desintegrarse genera un positrón y un pión neutro (δ^0).

Si se hacen colisionar protones entre sí (provenientes de átomos de H, Be, Ir, W, Pt, C), con energía entre 6 GeV hasta 2.000 GeV se producen los bariones ($\bar{\Xi}^+$) o "bolas de fuego" (fire Ball), muy masivos que decaen rápidamente en un protón y un pión negativo (δ^-) (65% de probabilidad), o en un neutrón más un pión neutro (36% de probabilidad). El barión posee su propio spin (polarización) y otros datos recogidos de los laboratorios mundiales: BNL y FERMILAB (USA). CERN (Europa) KEK (Japón) y DUBNA (Rusia), los cuales se muestran en la siguiente tabla:

| PROPIEDADES DEL BARIÓN | |
|---------------------------|--|
| Masa | 111.5+0.05 MeV |
| Vida media | $(2.132 \pm 0.020) \times 10^{-10}$ seg. |
| Distancia media recorrida | 7.89 cm. |
| Spin | $\frac{1}{2}$ |
| Isoespín | 0 |
| Paridad | + |
| Extrañeza | -1 |
| Número bariónico | +1 |
| P, | P, (64.05)% |
| n, | (37.705)% |
| n, | (1.010.33)% |

De la anterior tabla se deduce que la carga y el spin del barión son múltiplos sencillos de la carga del electrón o de la constante de Planck.

La masa ahora se mide en MeV (mega electrón-voltios), diferente al concepto de

la segunda Ley de Newton, donde la masa inercial representa la resistencia de todo cuerpo a dejarse mover, el MeV es una unidad de masa gravitacional proveniente de velocidades similares a la de la luz, de tal forma que masa es un concepto primitivo, inderivable de otra propiedad de la materia, es decir, no es cantidad física y conservarla depende del estado de movimiento del objeto, por ejemplo, la masa del electrón es la autoenergía resultante de la interacción relativista del electrón con los fotones (es decir su masa desnuda).

Estos descubrimientos han permitido la concepción del MODELO STANDAR ATOMICO M.E., donde para poder generar masa, se debe usar el mecanismo de Higgs que utiliza el algoritmo $m = \lambda gv$, λ es una constante numérica asociada a los grados de libertad internos de cada partícula, g es la constante de acoplamiento y v es la cantidad de energía asociada a la auto-interacción de un nuevo tipo de partícula, el Bosón de Higgs (H) que tiene el mismo grado de estructura que el electrón.

El H se acopla a las demás partículas (a través de su masa) y decae principalmente en partículas con masas similares como el top quark.

Los H se produjeron por choques de electrones en el acelerador LEP (Large-electrón positrón-collider) del centro europeo de investigaciones nucleares CERN de Ginebra Suiza y también al colisionar protones con antiprotones en el CSC (supercolisionador-superconductor) en USA.

El boson decae bajo tres formas:

- a. Genera dos top quark que decaen en partículas ligeras como piones o neutrones a través de interacciones fuertes.
- b. Si la masa de H se duplica entonces decae en un par de bosones escalares W y Z (200 veces la masa del protón).

- c. Decae en 2 fotones o un par fotón Z.

La masa de H es unas 850 veces la masa del protón.

Según el ME, derivado de las anteriores experiencias y propuesto por Sheldon Glashow, Abdus Salam y Steven Weinberg en 1969 se concluye que; la materia está constituida por tres familias o reinos de partículas elementales provenientes de los choques antes anunciados, a saber: Leptones (parientes de los electrones), los quarks (constituyentes de protones y neutrones y sus demás parientes los hadrones) y los bosones (intermediarios o fotones, vectoriales W, Z, gluones y bosones escalares de Higgs).

Los bosones intermedios al ser intercambiados entre leptones y quarks, generan cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza.

Los fotones γ generan las interacciones electromagnéticas, los bosones vectoriales W y Z inducen las interacciones débiles (causantes de los decaimientos radiactivos en átomos), los gluones (g), producen interacciones fuertes entre quarks y estabilizan los núcleos atómicos y los gravitones (G) causantes de interacciones gravitacionales y los bosones de Higgs que apenas han sido evidenciados.

En el cuadro de la página siguiente se resumen las propiedades más relevantes de las partículas revisadas en el anterior artículo y que se constituyen en los tres reinos de la naturaleza.

El top quark descubierto en Fermilab en abril del año pasado, se encontró al colisionar protones con antiprotones, su carga es más pesada que un átomo de Au (H les otorga masa a las demás partículas en umas). Las anteriores partículas al interactuar en las formas descritas, son la base para explicar de otra forma el origen del universo.

LOS TRES REINOS DE LA MATERIA

| | | | MASA (MeV) | CARGA(e ⁻) | SPIN (H) |
|-------------------------------|----------------|-------------|--------------------------|------------------------|----------|
| LEPTONES | e | Electrón | 0.51 | 1 | 1/2 |
| | Ve | Positrón | 7.3x10 ⁻⁶ | 0 | 1/2 |
| | ì | Mión | 105.65 | 1 | 1/2 |
| | V _i | Antimión | 0.27 | 0 | 1/2 |
| | ô | Taurón | 1784.1 | 1 | 1/2 |
| | V _o | Antitauon | 35 | 0 | 1/2 |
| QUARKS | U | Upsilon | 2-8 | +2/3 | 1/2 |
| | d | down | 5-15 | 1/3 | 1/2 |
| | c | Charm | 1.3-1.7x10 ³ | +2/3 | 1/2 |
| | s | Strange | 100 a 300 | +1/3 | 1/2 |
| | b | Bottón | 4.7a 5x10 ³ | +1/3 | 1/2 |
| | t | Top | 106X10 ³ | + 2/3 | 1/2 |
| BOSONES INTERME DIARIOS | N | Fotones | 0 | 0 | 1 |
| | Z | Escalares | 91 a 173x10 ³ | 0 | 1 |
| | W | Vectoriales | 80.22x10 ³ | 1 | 1 |
| | g | Gluones | 0 | 0 | 1 |
| | G | Gravitones | 0 | 0 | 2 |
| | H | de Higgs | ? | 0+ 1+ 2 | 0 |

BIBLIOGRAFÍA

- Chimal, Carlos. *Los nuevos cazadores de partículas*. En: Avance y Perspectiva. Volumen 12 marzo-abril de 1993. pág. 87- 94
- Cruz, H. *Estructura atómica un enfoque químico*. Addison-Wesley editores. 1996.
- Delgado Rodríguez, Raúl. *Partículas elementales*. Email: Http ://W.W.W. Redestb.es/personal/delgado/fisica 2.
- Herrera, Gerardo. *Al encuentro del quark top*. En Avance y perspectiva. Vol. 13. julio -agosto de 1994. pág. 195-198
- Herrera, Gerardo. *El descubrimiento de la transformación de la materia en antimateria*. En: Avance y Perspectiva Volumen 10. enero-marzo 1991 pág. 11-15
- Kahn, Fritz. *Para comprender el átomo*. Ediciones Destino, Barcelona 1978. Traducción de la tercera edición alemana.

Pérez, A. Miguel Angel. *Bosones de Higgs: el enigma de la masa*. En: *Avance y Perspectiva* Volumen 12. septiembre-octubre de 1993. pág. 273-281

Pérez A. Miguel Angel. *Y después del quark top que sigue?* En: *Avance y Perspectiva*, Volumen 13. julio-agosto de 1994. pag. 199-202.

Valdés, Julián Félix. *El barión*. En: *Avance y Perspectiva*. Volumen 12. marzo-abril de 1993. pág. 95-99

Valdés, Julián Félix. *La antimateria*. [Http://www.Ugto.mx/Ugto/acta/V52/antimateria](http://www.Ugto.mx/Ugto/acta/V52/antimateria).

Vauclair, Sylvie. *Del Big Bang a las estrellas: La génesis de la materia*. En: *Mundo científico. La Recherche*, No. 170 julio-agosto de 1996. Barcelona España. pág. 638-641



Ilustración: Fernando Puentes