

por Carlos Figueroa

La Física y la Dialéctica

ESTOS TRABAJOS SON OTRO INTENTO POR DEMOSTRAR LA ESENCIA DIALÉCTICA DE LOS FENÓMENOS NATURALES, PARTICULARMENTE EN EL ÁREA DE LA FÍSICA.

EN ÉSTE TRATAREMOS DE DESCRIBIR LAS CONTRADICCIONES DE DISTINTOS ESTADIOS DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA.

Partimos de considerar que en la naturaleza, hasta ahora conocemos tres tipos de materia⁽¹⁾, la materia ordinaria; la materia de campo⁽²⁾ que compone los fluidos de interacción o campos de fuerza y la materia de radiación o radiante⁽³⁾, o sea las radiaciones del tipo de la luz.

Para la física “oficial”, la naturaleza está constituida por materia y energía, en esta concepción la materia es lo que nosotros llamamos materia ordinaria; mientras que las radiaciones, los campos y la energía quedan incluidas dentro de un sentido más general y confuso del término “energía”.

En un sentido más riguroso del término, hay que precisar que la energía es un atributo de la materia, relacionada con la intensidad de su movimiento y con su capacidad para producir transformaciones.

De acuerdo a la experiencia directa y experimental que tenemos, que nos permite conocer la organización de la materia, su movimiento y su desarrollo desde escalas del orden de 10^{-15} metros (es decir lo extremadamente pequeño) hasta escalas del orden de los 10^{26} metros (es decir lo extremadamente grande) se puede afirmar que todos los tipos de materia presentan un aspecto corpuscular o discontinuo y un aspecto continuo.

LA CONTINUIDAD Y LA DISCONTINUIDAD.

El aspecto continuo (el cambio cuantitativo) y el discontinuo (el cambio cualitativo) de la materia son una unidad de contrarios, en los que la discontinuidad es el aspecto principal.

Por ejemplo, el océano, para un submarino o para un pez, se presenta como un medio continuo, en el cuál los cambios de

1, 2 y 3- Pérez Hernández. *Problemas Filosóficos de las Ciencias Modernas.*

densidad, temperatura o composición son generalmente graduales, siempre que nos mantengamos dentro de ciertas condiciones.

Pero si cambia la escala de observación, por ejemplo, hasta llegar a una definición microscópica del medio, veremos que el agua tiene un aspecto corpuscular y discontinuo, al estar formada por millones de moléculas con cierto grado de asociación entre sí. A escala atómica, los cambios en la densidad o en la organización del movimiento de la materia, son abruptos saltos cualitativos, al estar la materia ordinaria concentrada en pequeños volúmenes en el interior de las moléculas y rodeadas de grandes vacíos sólo surcados por campos de fuerza y radiaciones como la luz.

Este tipo de rupturas entre lo continuo y lo discontinuo, entre la calidad y la cantidad, se presentan una y otra vez, a medida que cambiamos la escala de definición con la que se observa un fenómeno.

Se puede decir que el campo gravitacional de la tierra o el campo eléctrico de un protón, tienen un aspecto continuo, ya que la energía de campo está difundida en una región extensa del espacio sin límites precisos y no hay grandes rupturas en su distribución.

Lo mismo es aplicable para la propagación de una onda gravitacional o de otro tipo de onda, como el sonido, su energía y movimiento están difundidos en una zona extensa del espacio sin límites precisos y sin rupturas abruptas en la forma como se dispersan o propagan.

En cambio, se puede decir, que un haz de electrones, disparado en una cierta dirección, tiene un aspecto predominantemente discontinuo, ya que por tratarse de un chorro de corpúsculos, la energía y el movimiento del haz están concentrados en cada corpúsculo y por lo tanto su distribución en el espacio presenta saltos abruptos.

Las leyes de movimiento para ondas o corpúsculos son distintas.

A su vez, que predomine el aspecto continuo (ondulatorio) o discontinuo (corpuscular) de la materia en movimiento depende de las condiciones en las que se desarrolle este movimiento.

En determinadas situaciones, para un haz de electrones puede volverse predominante el

aspecto continuo del movimiento y estos se comportan como una onda.

Este doble aspecto del movimiento de la materia, la unidad de contrarios entre lo continuo y lo discontinuo que se expresa en la física, por ejemplo, como la dualidad onda-corpúsculo y que es la base de la física cuántica, se descubrió al estudiar el movimiento de la luz, o sea de la radiación o materia radiante, ya que es en este tipo de materia donde tal contradicción es más aguda y los dos tipos de comportamientos se manifiestan más fácilmente.

En el caso de la materia radiante, igual que para la materia ordinaria, la evidencia experimental demuestra que el polo dominante de esta contradicción es el aspecto discontinuo, ya que, en los dos casos la materia tiene una organización corpuscular, independientemente de que el efecto global de esta organización cambie, bajo ciertas condiciones, este aspecto.

LA MATERIA ORDINARIA.

Tal vez una mejor definición de lo que es la materia ordinaria sería, que se trata de toda la materia constituida por átomos, o por sus componentes, las partículas subatómicas como los quarks y leptones.

En determinadas condiciones, este tipo de materia se organiza en estadios, de manera jerárquica, en función de las contradicciones propias de la escala o del estadio.

Hasta ahora sabemos que todos los cuerpos materiales están formados por átomos y que a su vez estos están compuestos por un núcleo central de protones y neutrones, rodeados por una nube de electrones.

A fines del siglo XX se descubrió que a su vez los protones y neutrones no eran indivisibles, sino que tenían estructura interna, estaban formados por quarks

Si ampliamos la escala de observación se puede ver que a su vez los átomos se agrupan en moléculas o en agregados cada vez mayores, hasta llegar a los planetas y las estrellas y estructuras de escala astronómica como las galaxias.

LA MATERIA DE CAMPO

Todas las estructuras o sistemas dinámicos conocidos a todas las escalas se organizan por medio de un abanico multilateral de vínculos, expresión de las múltiples contradicciones entre cada componente del sistema.

Estos vínculos se desarrollan sobre cuatro tipos básicos de acción a distancia, las cuatro fuerzas fundamentales hasta ahora conocidas por nosotros, la fuerza gravitatoria, la electromagnética, la nuclear fuerte y la nuclear débil.

Cada tipo de interacción está asociado a alguna característica, alguna propiedad de interrelación de la materia ordinaria. Los tipos de acción a distancia o fuerza fundamental más conocidos son la interacción electromagnética y la gravitatoria. La primera esta asociada o es producida por una característica de los cuerpos o partículas llamada carga eléctrica, si carecen de esta propiedad (cuerpos neutros) no se establece este tipo de interrelación, hay dos tipos de carga eléctrica, positiva y negativa, (no consideramos a los cuerpos neutros o a la ausencia de carga como un tercer tipo de carga normalmente).

La fuerza eléctrica (es más apropiado decir electromagnética) puede ser atractiva (entre cuerpos con cargas opuestas) o repulsiva (entre cuerpos de con cargas del mismo signo). La fuerza electromagnética está en la base de todos los fenómenos químicos y biológicos. Debido a estas características (el hecho de que los cuerpos con cargas positivas atraen a los cuerpos con cargas negativas) las cargas eléctricas tienden a neutralizarse y a escala astronómica las fuerzas eléctricas son secundarias en la organización del movimiento de la materia.

La interacción gravitatoria está asociada a la masa, no conocemos ningún tipo de materia que carezca de esta propiedad; a su vez esta propiedad de interrelación universal, se presenta de un solo modo y los vínculos que genera son siempre atractivos. La gravedad es la fuerza fundamental o acción a distancia que nos mantiene asidos al piso o, por ejemplo, mantiene enlazada a la Tierra con la Luna. Al revés que la carga eléctrica que tiende a neutralizarse a medida que aumenta la escala de tamaño de las cosas, la masa es una propiedad acumulativa, por lo menos hasta las mayores

escalas de observación alcanzadas por nuestros instrumentos, siendo por lo tanto la fuerza fundamental que organiza el movimiento de la materia ordinaria a escala astronómica.

Los otros dos tipos de fuerza fundamental, la interacción fuerte y la débil, fueron descubiertas durante el siglo XX gracias al avance de la física atómica y subatómica, puesto que sus efectos son dominantes y decisivos en la organización del movimiento de la materia a estas escalas microscópicas. La fuerza fuerte está asociada a una propiedad llamada carga cromática, presente en los quarks, protones y neutrones; y los electrones y todos los leptones, por ejemplo, carecen de esta.

La interacción débil esta asociada a la carga débil y todas las partículas subatómicas parecen presentar esta propiedad.

Cada tipo de acción a distancia ejerce su efecto sobre su propio campo de fuerzas por medio de su propia partícula portadora, para la gravedad serían el gravitón y el gravitino (no observados); para la fuerza fuerte el gluón, para la fuerza débil los bosones débiles y para la fuerza electromagnética los fotones mensajeros (no observados).

El campo de una fuerza dada es toda la zona del espacio, que rodea a su fuente, donde dicha fuerza tiene una influencia apreciable sobre el movimiento de la materia, dicho de otra manera es toda la zona alcanzada por las partículas portadoras del campo.

Este tipo de materia de interacción es lo que se llama materia de campo, en las condiciones más usuales para nosotros, su aspecto continuo predomina sobre el corpuscular, por esta razón, al no manifestarse su aspecto corpuscular o discontinuo, es que no ha sido posible detectar algunas de las partículas portadoras.

La materia de campo está indisolublemente acoplada a la materia ordinaria, a las partículas o cuerpos desde o hacia los cuales fluye, no puede existir un campo de fuerzas separado de su fuente. Por ejemplo, no puede existir un campo gravitacional separado de la partícula, cuerpo o astro cuya masa lo genera. A su vez, el movimiento de la materia de interacción está regido por las mismas leyes que el movimiento de la luz, las partículas portadoras se mueven a la misma velocidad constante que la luz e independiente

del sistema de referencia desde el cuál se la mide, esta es una ley general de la naturaleza.⁽⁴⁾

LA MATERIA RADIANTE.

En determinadas condiciones, a partir del campo electromagnético se puede generar un tipo de materia de campo en movimiento independiente de la suerte de su fuente, es la radiación electromagnética, o sea todos los tipos de radiación tales como la luz, las microondas, los rayos X, la luz ultravioleta o infrarroja. Las leyes del movimiento de este tipo de materia, llamada materia radiante o materia de radiación, su constancia y su relación con otros tipos de movimiento, enunciados por Einstein en su Teoría de la Relatividad, son un caso particular de las leyes de las interacciones. En este tipo de materia, en determinadas situaciones, su aspecto corpuscular o discontinuo es dominante, en la que se manifiesta constituida por partículas llamadas fotones, y en otras situaciones, predomina su aspecto continuo, en las que se manifiesta como una onda.

Es de suponer que los otros tipos de campo pueden generar su propia radiación, por ejemplo en este momento se busca detectar ondas gravitacionales o radiación gravitatoria.

Por supuesto que este es un esquema provisional y su objeto es simplificar al máximo la infinita complejidad del mundo físico.

Ya en este momento se conocen fenómenos a escala subatómica (lo extremadamente pequeño) y a escala astronómica (lo extremadamente grande) que podrían indicar la presencia de por lo menos dos tipos de fuerza fundamentales nuevas.⁽⁵⁾

LA INERCIA.

Habría que agregar algo acerca de una propiedad fundamental del movimiento de la ma-

teria, conocida como inercia. Esta propiedad se define mecánicamente como la tendencia de los cuerpos a conservar su estado de movimiento.⁽⁶⁾ Esta tendencia se interpreta, en la mecánica original, en oposición a todas las fuerzas o interacciones exteriores al cuerpo dado y se refiere sólo al movimiento de rotación o traslación.

A pesar de ser una propiedad básica del movimiento material, absoluta, no es bien entendida.

Algunas interpretaciones, como la de Mach, entienden a la inercia como una manifestación, como el resultado, de las fuerzas e interacciones gravitatorias sumadas de todos los cuerpos o de toda la materia exterior existente sobre un cuerpo dado, es decir como una manifestación de todo lo que está “afuera” del cuerpo en cuestión.

Para el materialismo dialéctico, la inercia puramente mecánica es sólo una manifestación más del automovimiento de la materia, una expresión de las contradicciones internas que impulsan y determinan el estado de movimiento, o de organización del movimiento en su sentido más amplio, de la materia.

Una expresión de la contradicción entre lo nuevo y lo viejo o entre lo interior y lo exterior.

En la materia conocida por nosotros, producida por un tipo particular de desarrollo, estas contradicciones se expresan de un modo particular, una de cuyas manifestaciones son las llamadas leyes de la inercia o leyes del movimiento de Newton. La inercia está asociada a una característica de la materia, su masa, esta a su vez es una de las propiedades de interrelación de la materia ya que es la fuente de la gravedad. Esta es la relación particular entre la inercia y la gravedad, producto del doble aspecto de la masa.

Entonces de lo que se trata en este primer trabajo es de describir las contradicciones internas sobre las que se conforman algunos constituyentes elementales de la materia ordinaria, entendidos como sistemas dinámicos o materia

4- Pérez Hernández. *Op. cit.*

5- El hecho de que en un momento dado del desarrollo del “universo” conocido, haya predominado la materia ordinaria sobre la antimateria ordinaria, puede explicarse gracias a la acción de una quinta fuerza fundamental llamada fuerza superdébil que actúa a una escala subatómica aún más reducida que las otras fuerzas nucleares.

Además, algunos fenómenos a escala astronómica, como la organización y el movimiento de las galaxias y la expansión de Hubble pueden explicarse gracias a la acción de una nueva fuerza fundamental que actúa a escalas astronómicas ampliadas.

6- Esta es la llamada ley o principio de inercia de Newton.



Federico Engels. Uno de sus más importantes trabajos filosóficos es *Dialéctica de la Naturaleza*

en movimiento organizado, como un protón o un neutrón, como primer estadio de organización cuya estructura se conoce, después seguir con el estadio siguiente, los núcleos atómicos y después con los átomos y moléculas.

Antes presentaremos como ejemplo introductorio, el análisis de las contradicciones de un sistema físico un poco más familiar y conocido por nosotros, el Sistema Solar.

EL SISTEMA SOLAR.

Un ejemplo a escala astronómica.

A grandes rasgos, se puede decir que nuestro sistema solar está compuesto por el Sol, que es la estrella central, nueve planetas y el cinturón de asteroides.

Si partimos desde el Sol, a medida que nos alejamos de él, cruzamos la órbita de Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, estos son los planetas del llamado Sistema Solar interno.

Después de Marte nos encontramos con el cinturón de asteroides y después siguen Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón, estos son los planetas del Sistema Solar externo.

Casi todos los planetas excepto Mercurio y Venus, tienen una o varias lunas y en realidad hay una miríada de cuerpos más pequeños girando en todas direcciones alrededor del sol o los planetas mayores.

Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno tienen anillos, o sea un cinturón de piedras y bloques de hielo alrededor de cada planeta.

Cada planeta o luna del sistema tiene una estructura y características que son el resultado de su propia historia y lo llamativo es la variedad y las múltiples posibilidades que ofrece el sistema en su conjunto para el desarrollo de la vida.

El proceso del nacimiento y desarrollo del Sistema Solar ha estado muy ligado al nacimiento y formación del Sol, puesto que todo el sistema nace a partir de la nube de gas y polvo

interestelar original. En el momento del nacimiento de nuestro sol, que es una estrella de tercera generación, en nuestra galaxia las mayores estrellas de la primera y segunda generación habían explotado en forma de novae y supernovas, llenando el espacio y las nubes de elementos pesados como el hierro o el cobre.⁽⁷⁾ En zonas enteras de la galaxia, las nebulosas enriquecidas por estos nuevos elementos siguen concentrándose en núcleos y formando racimos de estrellas. Una vez iniciado el proceso de condensación estelar, la materia circundante se organiza en un movimiento en espiral sobre un disco.

A estas escalas astronómicas, la fuerza de la gravedad es la única conocida con alcance suficiente como para vincular y organizar el movimiento de la materia. Aunque las fuerzas electromagnéticas, bajo ciertas condiciones, pueden tener un efecto apreciable.

En el centro, cuando la gravedad ha acumulado suficiente materia, la estrella se enciende y la fusión continua de la materia de su centro,⁽⁸⁾ cambia toda la dinámica del sistema, hasta entonces regido principalmente por fuerzas de origen gravitatorio y por la inercia propia de los cuerpos. La protoestrella brilla con una brillante luz azul y su temperatura en la superficie es mucho mayor de los 6000 grados que tiene actualmente la superficie del Sol.

En el primer momento, se produce también un proceso de cambio en el disco que rodea la estrella. Aunque hay distintas teorías al respecto, se postula⁽⁹⁾ que el material más pesado (átomos, granos de polvo y aglomeraciones de átomos de hierro y metales pesados), fue concentrándose hacia el interior del disco y las aglomeraciones de materia fueron creciendo por choques y fusiones hasta convertirse en planetesimales (asteroides y cometas).

En el exterior del disco (Sistema Solar exterior), la composición de la materia siguió siendo predominantemente gaseosa y formada por elementos livianos (helio, agua, hidrógeno, carbono, etc).

7- Las nubes son principalmente de hidrógeno y helio.

8- En el centro de la bola de gas en condensación, la presión es tan fuerte entre los átomos, que sus núcleos, principalmente de hidrógeno, empiezan a fundirse entre sí, este proceso se llama fusión nuclear y es explosivo. Cuatro átomos de hidrógeno se unen para formar uno de helio, liberando mucha energía y formando nuevos tipos de elementos. Este es el proceso que enciende la bola de gas y la transforma en una estrella.

9- Se trata de teorías no confirmadas, basadas en modelos de computadoras.

Los planetesimales, asteroides, cometas, y todo tipo de piedras y granos de polvo tienen la característica de tener uno o varios movimientos de rotación propios, este movimiento complejo de rotación (rotar quiere decir girar sobre sí mismos) es la forma como se resuelve la contradicción entre la fuerza atractiva de origen gravitatorio entre las diferentes partes que se unen para formar una estructura mayor y el movimiento propio, o inercia de cada componente. O sea, es la forma como se resuelve, en una etapa superior, la contradicción entre las diferentes partes que se van “aglomerando”.

¿Por qué hay una contradicción? Porque la sola interacción con su opuesto, genera una tensión entre el estado de movimiento y de desarrollo previo de cada pedazo y el estado “alterado” por tal interacción.

De acuerdo con las leyes de la inercia, todos los cuerpos materiales tienden a conservar su estado de movimiento, los distintos pedazos tienen que ejercer una “coerción” recíproca de manera continua para mantenerse unidos y para dominar el movimiento propio de cada uno. De este conflicto constante se generan todas las propiedades de movimiento y de interrelación del conjunto, de la nueva unidad como un “todo”.

Esto es válido tanto como para los distintos estadios de acumulación de la materia en el proceso de formación que empieza con pequeños granos de polvo y termina en planetas y asteroides, como para la nebulosa en espiral original que se transforma en el sistema solar.

En el caso de que la asociación sea por medio de una acción a distancia, sin contacto “mecánico” entre las partes, como por ejemplo en el sistema solar actual, entre el sol y un planeta, la contradicción entre la fuerza gravitatoria de atracción entre ambos y el movimiento propio, o inercia de cada cuerpo, se resuelve en forma de movimientos compuestos y periódicos en órbitas elípticas (los cuerpos giran alrededor de un punto fuera de sí mismos, o sea los planetas giran alrededor del Sol).

Aunque el movimiento del sol también es afectado por la acción recíproca

del planeta en cuestión, por lo que lo que aparece como una contradicción interna, en cada cuerpo, entre la gravedad y la inercia, es en realidad el efecto de la contradicción externa entre ambos.

Aunque la gravedad y la inercia sean las expresiones principales de las contradicciones del sistema, una vez que inicia la fusión nuclear y la generación de energía en el interior del Sol, la organización de la materia da otro salto en su complejidad, producto del desarrollo de los campos y fuerzas electromagnéticas y del viento solar, nuevos vínculos físicos que expresan y despliegan a un grado mayor el abanico multilateral de contradicciones que configura nuestro Sistema Solar.

En el Sistema Solar exterior, en un lapso de unos cuantos miles de años, las condiciones de movimiento en el disco posibilitaron la agregación de la materia en grandes planetas gaseosos, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

En cada uno de éstos la materia se organizó por capas alrededor de un centro sólido, las capas intermedias son líquidas y las exteriores gaseosas, mayormente los planetas gaseosos, son grandes globos de hidrógeno, helio, vapor de agua y todo tipo de hidrocarburos.

El Sistema Solar con el Sol como astro central y su infinidad de planetas y cuerpos orbitales es un sistema conformado por una infinidad de contradicciones, hay contradicción entre el sol y cada uno de los planetas, entre los distintos planetas, y menores, con todos los asteroides y cometas, y nos estamos refiriendo sólo a las contradicciones internas del sistema.

De acuerdo con el materialismo dialéctico, de todas estas contradicciones que configuran un sistema en desarrollo como el sistema solar, hay una que es principal. Esta contradicción principal es la que determina, de manera fundamental, la organización del movimiento de la materia del sistema en estudio. Las distintas etapas de un desarrollo están definidas con el tipo de contradicción que predomina.

Esto es válido tanto para movimientos que se pueden considerar más estacionarios, como el del sistema solar, que es el resultado de un desarrollo de millones de años, o más espontáneos, como puede ser por ejemplo la explosión de una estrella.

Poder determinar la contradicción principal que subyace detrás de cada fenómeno o sistema natural en cada etapa de su desarrollo exige conocer su historia, y la influencia que han tenido sobre estas las acciones recíprocas de sus partes o movimientos internos.

En el estado actual de nuestro conocimiento de la naturaleza, no siempre se puede determinar esta cuestión, a veces por falta de información y otras por limitaciones ideológicas.

En el caso del Sistema Solar no conocemos con suficiente precisión su historia, pero de acuerdo con los resultados de simulaciones de computadoras, que reproducen posibles caminos de esta historia, se puede decir que, es la contradicción entre el Sol y Júpiter, la que ha jugado el rol principal en la conformación actual y en la historia del sistema posterior a la formación de los planetas.

En este caso se puede precisar que el polo dominante de esta contradicción es el sol, ya que el movimiento y desarrollo de Júpiter y de todo el sistema solar está supeditado principalmente a la suerte del Sol.

El movimiento del par Sol-Júpiter es lo que permitió, en la siguiente etapa del desarrollo del sistema, la formación y relativa estabilización del sistema solar interno, es decir, si no estuvieran los grandes planetas gaseosos del sistema solar externo, pero sobre todo Júpiter; ni Marte, ni la Tierra y la Luna, ni Venus y Mercurio, hubieran podido formarse y desarrollarse por largos períodos de tiempo.

Una de las razones es que la presencia de Júpiter produce una redistribución de la materia en el sistema solar interno, de tal manera que se crean las condiciones para que se formen y estabilicen los planetas terrestres, como se les dice a los planetas de corteza sólida del sistema solar interno, como nuestra Tierra.

No siempre se generan las condiciones para el nacimiento y estabilización de un planeta en el disco en espiral, el cinturón de asteroides es una prueba de esto, allí el movimiento y las contradicciones de la materia permiten sólo la formación de piedras giratorias de distintos tamaños, pero no de planetas.

En este sentido la formación de los grandes planetas gaseosos, en una primera etapa, absorbió una buena parte de la materia del disco,

“limpiando” y organizando su movimiento. Después, la influencia gravitatoria de Júpiter sobre el grano y el pedrusco del interior del sistema es lo que produce la aglomeración de estos en planetas terrestres.

Además, una vez formados los planetas interiores, son completamente secos y carentes de agua, puesto que por su cercanía al sol joven, son muy calientes.

En este caso es el mismo Júpiter el que acarrea cometas, planetesimales y cascotes de hielo hacia el interior, reabasteciendo de agua a planetas como la joven tierra.

Además, su efecto de “organizador” sobre las órbitas interiores, actúa “acarreado” todo el pedrusco sobrante hacia el cinturón de asteroides, creando la “zona segura” donde orbitan la tierra y sus vecinos.

En los orígenes del sistema, en la órbita de la tierra los planetesimales pueden haberse aglomerado en un planeta mayor varias veces, para ser destruido igual cantidad de veces por choques, hasta que el efecto combinado de los planetas exteriores, el sol y el resto del disco fue organizando todo el movimiento.

Aún en el presente, Júpiter sigue “barriendo” de potenciales agresores al espacio de nuestro sistema.

De ser diferentes las características del movimiento de Júpiter y de los restantes planetas del sistema solar exterior, la historia y conformación del Sistema Solar hubiera sido muy distinta.

EJEMPLOS A ESCALA ATÓMICA Y SUBATÓMICA

Los hadrones y los leptones.

Esta es una clasificación de las partículas subatómicas que forman la materia ordinaria en función de sus propiedades de interrelación.

Se les llama partículas subatómicas, a toda una diversidad de partículas, cuyos tamaños son menores al de los átomos, descubiertas durante el siglo XX, una parte de las cuales son las constituyentes de los átomos.

Los hadrones son todas las partículas con carga cromática o de color, es decir, que son

sensibles a la interacción fuerte. Los quarks son hadrones y todas las partículas subatómicas comunes y extrañas que puedan construirse asociando quarks entre sí, también (por ejemplo los protones y neutrones).

Casi toda la materia conocida está formada por neutrones y protones, que son asociaciones de tres quarks, por lo tanto a estas se les llama partículas comunes.

También se ha detectado, en un principio en los rayos cósmicos, otro tipo de partículas, llamadas partículas extrañas, formadas por pares de quarks, son los mesones e hiperones.

Los leptones son partículas que carecen de carga cromática o de color, y por lo tanto son neutras a la interacción fuerte. Tienen además la característica de que son mucho más livianas (masa pequeña) que los quarks y sus sucedáneos. Son principalmente los electrones y los neutrinos. No pueden asociarse entre sí para formar unidades mayores, por ejemplo no existe ninguna partícula formada sólo por electrones.

Los átomos, que son el siguiente estadio de organización de las cosas, son sociedades de hadrones (protones y neutrones) y leptones (electrones.)

Leptones.

Los leptones, o partículas insensibles a la fuerza nuclear fuerte, son el electrón, el muón, el tauón, y los neutrinos, hasta ahora se los considera como “puntos de materia” indivisibles, sin tamaño ni estructura interna. Aunque desde el materialismo dialéctico se puede afirmar que las diversas propiedades de interrelación y movimiento que presentan estas partículas, son expresión de sus contradicciones internas, y por lo tanto de una dinámica interna, y que aunque todavía no se haya logrado conocer su estructura, ya hay suficiente evidencia empírica que sustenta infinita divisibilidad de la materia y que estamos recorriendo un camino que recién empieza.

En relación a sus propiedades eléctricas, el electrón, el muón y el tauón tienen todas, una carga eléctrica negativa igual a la unidad (-1). Los neutrinos no tienen carga eléctrica.

Todas estas partículas tienen un movimiento “interno” similar a la rotación, llama-

do espín, asociado a cierto campo magnético (son como imancitos), todas pueden “girar sobre sí mismas” en distintos sentidos, aunque las partículas cuánticas sólo pueden “girar” en dos sentidos únicos.

Este tipo de movimiento interno determina propiedades de interrelación entre las partículas, de acuerdo con la orientación relativa de sus espines.

En relación a sus masas gravitacionales, son las partículas más pequeñas (leptón quiere decir pequeño), el electrón tiene una masa 1800 veces menor que el protón y los neutrinos tienen una masa prácticamente despreciable.

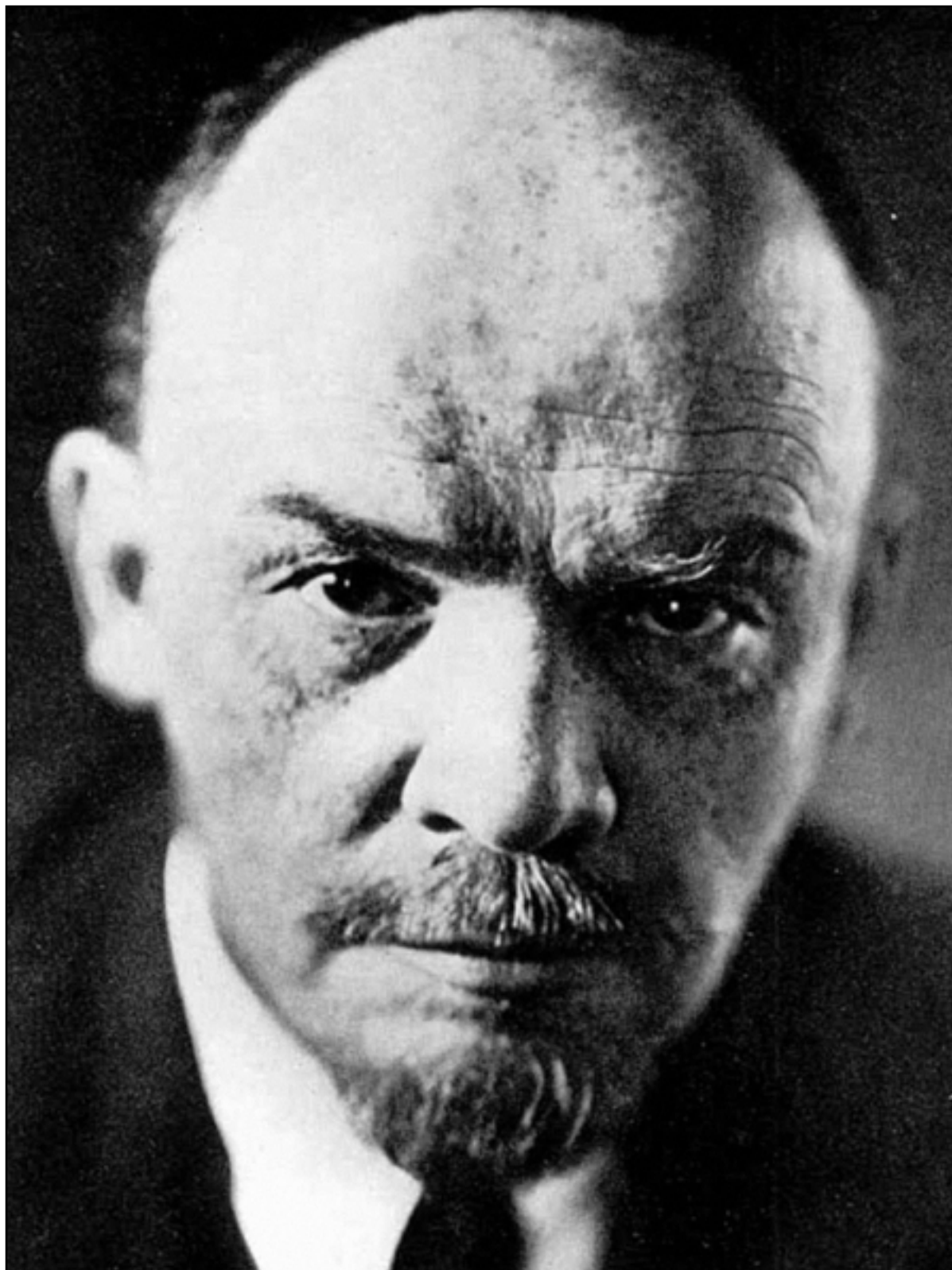
Hasta ahora se conocen 6 tipos de leptones, clasificados en parejas de acuerdo a su carga débil o carga leptónica. Esta propiedad es la que determina las reglas de transformación por acción recíproca de estas partículas. Sucede que hay ciertos tipos de choques (interacción por choque) entre partículas que las transforman, las partículas que emergen después del choque no son las mismas que antes de este. Que las partículas choquen no quiere decir exactamente que “hagan contacto mecánico” entre ellas, sino que se acerquen lo suficiente como para caer dentro del radio de acción del campo de fuerzas que determina las transformaciones de ambas. Esta es la llamada cuarta fuerza fundamental, otro tipo de acción a distancia, la fuerza débil.

Los 6 leptones se clasifican así: los de carga débil igual a +1, (el electrón y el neutrino electrónico), los de carga débil igual a -1 (el muón y el neutrino muónico) y los de carga débil igual a cero (el tauón y el neutrino tauónico).

Todos los tipos de partículas, inclusive los quarks, presentan esta propiedad, la carga débil o leptónica, la única partícula insensible a ella sería el fotón (aunque en los quarks el atributo equivalente a la carga débil es la carga de sabor, o sabor).

Cada tipo de carga débil tiene su propio tipo de partícula mensajera, estas son los bosones débiles, el W+ (corresponde a la carga débil +1), el W- (carga débil -1) y el Z0 (carga débil 0).

De igual manera, la partícula portadora de la fuerza electromagnética es el fotón mensajero, que no tiene ningún tipo de carga y no ha sido detectado aún.



Lenin, en su obra Materialismo y Empiriocriticismo (1908), decía: "(...) El materialismo dialéctico insiste sobre el carácter aproximado, relativo, de toda tesis científica acerca de la estructura de la materia y de sus propiedades (...) El electrón es tan inagotable como el átomo, la naturaleza es infinita, pero existe infinitamente"

Hadrones.

Un protón y un neutrón.

Un átomo simple como el del helio está formado por un núcleo central (y pesado) rodeado por dos electrones orbitales mucho más pequeños y livianos. El núcleo central está su vez formado por cuatro partículas menores, dos protones y dos neutrones. Los protones tienen carga eléctrica positiva, los neutrones son neutros o carecen de carga y los electrones tienen carga eléctrica negativa. A principios del siglo XX se pensó que protones, neutrones y electrones eran partículas indivisibles, “puntos de materia” sin procesos ni estructura interna, llamadas partículas “elementales”.⁽¹⁰⁾

Como el átomo de helio es normalmente neutro, o sea, el átomo en su conjunto no tiene carga eléctrica, se le atribuye a cada protón y a cada electrón la misma cantidad de carga aunque de signos opuestos para que su suma sea igual cero. Por convención y por creerlas elementales e indivisibles a los protones se les asigna una carga $+1$ y a los electrones una carga -1 (los neutrones tienen carga 0). Hay que recordar que la fuerza eléctrica entre partículas con cargas del mismo signo es repulsiva y entre partículas de signos opuestos es atractiva. Por lo tanto la fuerza eléctrica atractiva entre el núcleo positivo y los electrones negativos, es lo que explica básicamente la formación y relativa estabilidad de los átomos.

Pero este esquema sencillo tiene un problema, ya que el núcleo atómico es una sociedad entre partículas positivas, los protones, y partículas sin carga, los neutrones, siendo la fuerza eléctrica entre ellas de carácter repulsivo (entre protones) o nulo (entre neutrones o entre neutrones y protones). Por lo tanto, forzosamente existe otra propiedad de interrelación entre estas partículas, una fuerza atractiva que a escala de tamaño del núcleo predomina sobre las fuerzas repulsivas de origen eléctrico. Este tipo de interacción se llama fuerza o interacción nuclear fuerte y su propiedad asociada es la carga cromática o carga de color. O sea se trata de partículas de la familia de los hadrones.

Aunque la representación inicial de los neutrones y protones les atribuía el rango de partículas elementales e indivisibles, como “puntos de materia” sin procesos internos, en la actualidad sabemos que los protones y neutrones están muy lejos de ser simples.

Se los considera partículas absolutamente estables, o sea que no se transforman espontáneamente o naturalmente en otra cosa y su tiempo de vida es infinito, pero esto está también en discusión últimamente.

Se sabe que los neutrones se “mueren” como tales y se transforman en otra cosa y hay debates acerca de que los protones también se transforman en otras partículas de manera “natural” o espontánea después de un tiempo extremadamente largo (puede ser más largo que la edad atribuida al “universo” conocido).

Los electrones tienen la misma característica, se le atribuye una existencia sin fin porque no se han observado transformaciones “naturales” o espontáneas de estos en otra cosa.

Ahora sabemos que los protones y neutrones sí tienen estructura interna, son asociaciones de partículas menores llamadas quarks.

En principio, protones y neutrones, parecen estar formados por tres quarks de distintos tipos. Ya que se asigna a los protones por ejemplo una carga eléctrica igual a la unidad, los quarks tienen que tener cargas fraccionarias, entonces hay quarks con una carga eléctrica positiva $2/3$ y otros con una carga negativa $-1/3$, de tal manera que un protón está formado por dos quarks de carga $+2/3$ y uno de carga $-1/3$ para que sumadas estas den el valor de la carga unitaria del protón.

El neutrón está formado por dos quarks $-1/3$ y uno $+2/3$, de tal modo que la carga total del neutrón es nula.

La mayor parte de la materia ordinaria, conformada por protones y neutrones está constituida por dos tipos de quarks llamados arriba y abajo, entonces un protón está formado por dos quarks arriba (de carga electromagnética $+2/3$) y uno abajo (de carga electromagnética $-1/3$), mientras que el neutrón contiene dos quarks abajo y uno arriba.

¹⁰-Admitir la existencia de partículas elementales implica admitir la existencia de cosas sin contradicciones internas, fijas, inmutables, típicas del pensamiento metafísico.

Aunque el vínculo fundamental que asocia a los quarks no es de origen electromagnético, es la fuerza nuclear fuerte, la misma que asocia a los neutrones y protones para formar núcleos atómicos.

La teoría que describe a los quarks y sus relaciones se llama cromodinámica cuántica.

Los tripletes se forman porque cada quark tiene, además de su carga eléctrica y su masa, otra característica, otra propiedad de interrelación, llamada “color”, carga cromática o carga de color.

Así como las partículas pueden ser desde el punto de vista eléctrico positivas, negativas o neutras, pueden clasificarse desde el punto de vista de las relaciones internucleares en azules, amarillas, rojas o blancas.

Una partícula con carga de color “blanca” corresponde a todas las partículas neutras desde el punto de vista de la fuerza fuerte y no puede asociarse con otras partículas por medio de esta.

Un protón y un neutrón son también, en principio “blancos”, lo que quiere decir que cada uno está formado por un quark azul, uno amarillo y otro rojo (ya que la suma de estos colores da blanco).

Eso es así “en principio”, porque los protones y neutrones no son completamente blancos, ya que sí fuera así no podrían asociarse entre sí por medio de la fuerza fuerte, serían neutros para esta fuerza.

Cada quark tiene además un movimiento interno, que se manifiesta como espín, igual que el caso de los leptones, asociado a propiedades electromagnéticas de estas partículas y que también determinan formas de relación con otras partículas.

A esta escala, es la interacción fuerte o fuerza fuerte, el vínculo por medio del cuál se expresan principalmente, las contradicciones entre los cuerpos, que definen y organizan el movimiento y la estructura de la materia.

Aunque no hay que perder de vista que el movimiento de los quarks en acción recíproca es el resultado de un abanico multilateral de vínculos, que se integran para producir un efecto global. De estos vínculos el principal es la interacción fuerte, pero las fuerzas de origen electromagnético producidas por las cargas eléctricas y los espines de las mismas particu-

las también tienen un rol en este estadio de la organización de las cosas. Inclusive las fuerzas nucleares débiles pueden integrar de manera apreciable este vínculo. Mientras que las fuerzas gravitacionales, cuyas fuentes son las masas de cada partícula, tienen un efecto prácticamente despreciable sobre este. Estas fuerzas o vínculos, expresan o son la forma que toman las contradicciones entre los quarks, es decir entre las distintas partes en movimiento que componen un neutrón o un protón.

Se trata pues, de las contradicciones internas de un protón o un neutrón.

Aunque, en principio también, los tres quarks y su mutua interacción son equivalentes, sus vínculos no son completamente iguales, hay un par con un enlace diferenciado, lo que implica que sus contradicciones no tienen la misma jerarquía y que se puede establecer entre los tres quarks una contradicción principal y contradicciones secundarias, aunque estas cambien de momento a momento.

Esto tiene que ver también con el hecho de que el triplete, ya sea un protón o un neutrón no sea completamente “blanco”, y que la carga de color (o color) no quede uniformemente distribuida.

La interacción fuerte tiene una característica distintiva, la interacción “intercambia” las identidades entre los quarks, cambiando continuamente su carga de color, por ejemplo la mutua acción recíproca entre un quark azul y otro rojo cambia continuamente sus identidades de azul a rojo y de rojo a azul. La identidad es “transportada” por el gluón mensajero.

La cuestión de porque los neutrones y protones no son completamente blancos, a pesar de contener tres quarks con cargas iguales de color rojo, azul y amarillo, se puede entender de la siguiente manera, si pudiéramos ver un protón con sus tres quarks cambiando de color muy rápidamente al mismo ritmo, veríamos al protón y sus tres quarks de color blanco. Es decir, los colores están bien mezclados y todos los vínculos de intercambio entre los quarks son equivalentes. Bien, este no es el caso.

Al haber un vínculo preferencial entre dos de los quarks, sus gluones e identidades se mezclan a un ritmo mayor que con el tercero, la carga de color no queda bien mezclada entre

los tres, hay un cierto desbalance de carga que explica la existencia de una cierta fuerza fuerte residual que une a los protones y neutrones entre sí en un núcleo atómico.

Incluso dentro de las limitaciones que implica esta representación esquemática y reducida del movimiento interno de un protón o un neutrón, debido a nuestro conocimiento incipiente, se puede decir que la no equivalencia entre los enlaces de los tres quarks, es una manifestación de la existencia de una contradicción principal y de contradicciones secundarias entre los quarks de un neutrón o un protón.⁽¹¹⁾ Esto quiere decir que, para un momento dado, si numeramos arbitrariamente los quarks, la acción recíproca entre un par determinado de estos, por ejemplo entre el 1 y el 2, es la contradicción principal, mientras que las interacciones entre el 2 y el 3, o el 1 y el 3, serían secundarias.

¿Por qué hay contradicción entre los quarks de un protón? Porque la sola interacción con su par, genera una tensión entre el estado de movimiento y de desarrollo previo de cada partícula y el estado “alterado” por tal interacción.

De acuerdo con las leyes de la inercia, todos los cuerpos materiales tienden a conservar su estado de movimiento, por lo tanto entre ellos tienen que ejercer una “coerción” recíproca de manera continua para mantenerse enlazados y para dominar el movimiento propio como partícula libre.

Esta contradicción, entre la inercia y el efecto de la interacción en cada quark, es la manifestación interna de la contradicción con su opuesto.

En condiciones normales no existen quarks aislados en estado libre, o sea no podemos observar un quark libre, como un electrón o un

protón libre, todos están asociados formando partículas mayores.

Aunque la mayor parte de la materia conocida está formada por estos dos tipos de quarks llamados arriba y abajo, hasta ahora se conocen en la naturaleza un total de 6 tipos, clasificados en función de otra propiedad de interrelación llamada carga de sabor o sabor, de la que hay 6 tipos diferentes de nombre: arriba, abajo, extraño, encanto, cima y fondo (los nombres son arbitrarios y no tienen nada que ver con alguna disposición geométrica). Esta propiedad es la que determina las reglas de transformación por acción recíproca (por medio de choques con otras partículas) de los quarks y su expresión a distancia es la interacción débil.

Se supone que hay una correspondencia interna todavía no descubierta entre los 6 tipos de leptones y los 6 tipos de quarks, esta se explicaría sobre la base de la existencia de un estadio de partículas aún más fundamentales.⁽¹²⁾

Como se ve, el hecho de que haya una familia de quarks con características diferentes es indicativo de estructuras y procesos internos muy diferenciados entre sí.

Donde las condiciones, es decir las contradicciones externas, lo han permitido, estas partículas se han asociado para producir un estadio superior en la organización de las cosas, o sea los núcleos atómicos, que son asociaciones de protones y neutrones.

NUCLEOS ATOMICOS.

Un núcleo atómico simple. El deuterio.

Un núcleo atómico como el del hidrógeno 2 (o sea deuterio, que tiene 1 protón y 1 neutrón) se forma en determinadas condiciones en el interior de las estrellas o en las etapas tempranas de nuestro “universo conocido”, a partir de la unión de estas partículas.

11-La interpretación de las contradicciones entre las partes de una unidad, está corregida con respecto al artículo “*De cómo el Big Bang resultó equivocado*” en **PyT No. 52**, en este artículo se confunden los distintos tipos de interacciones entre las partes con las contradicciones principales y secundarias: Por ejemplo la contradicción entre dos quarks de un protón, es el resultado global de todas sus interacciones, por lo tanto las contradicciones en el interior de un protón son entre los quarks, considerados como una totalidad, no entre aspectos separados de cada quark (su masa, su carga, etc.).

Un vicio de la formación científica dominante es la de “desintegrar” el conocimiento y eliminar la conexión entre las distintos aspectos de la materia, por ejemplo la electricidad se estudia separada de la gravitación, en capítulos diferentes y el conocimiento de los fenómenos nunca vuelve a ser integrado.

12-Haim Harari, Weizmann Institute, Rehovot, Israel. Extraído del artículo “*Los leptones*” de Francois Vannucci, **Mundo Científico 42**.

En el caso de un protón con carga eléctrica positiva y un neutrón sin carga eléctrica, su asociación no puede explicarse por medio de la fuerza eléctrica, ya que esta es nula.

Vinculadas principalmente, hasta donde sabemos, por la fuerza nuclear fuerte residual (atractiva), la acción recíproca del uno sobre el otro las enlaza de manera permanente y las dos partículas forman una unión bastante duradera.

Hay otros tipos de interrelación entre ellas, que pueden ser de origen gravitatorio, electromagnético (debido al espín, a pesar de que el neutrón no tiene carga electromagnética neta, sus partes si la tienen) y debido a la llamada fuerza débil.

A decir verdad, un sistema como este núcleo no es tan simple como sólo dos partículas enlazadas, ya que el neutrón y el protón están cada uno de ellos formados por tres quarks de distintos tipos y las relaciones entre todas estas partes expresan las múltiples contradicciones entre los quarks y entre los grupos de quarks (es decir el neutrón y el protón).

Pero al ser el neutrón una unidad, o sea un sistema dinámico o físico definido, y el protón otro, la contradicción principal en el núcleo de hidrógeno 2 (deuterio) es la que se da entre estas dos partículas, las contradicciones entre los 3 quarks de una misma partícula son secundarias, mientras que las contradicciones entre quarks de partículas distintas son parte de la contradicción principal en el desarrollo, el movimiento interno y la historia desde el nacimiento hasta la muerte de tal núcleo.

Todas las formas de interrelación entre el neutrón y el protón son expresión de la contradicción entre estos y son a su vez las contradicciones internas del núcleo atómico del deuterio.

Como ya dijimos, todos los cuerpos materiales tienden a conservar su estado de movimiento, el protón y el neutrón tienen que ejercer una “coerción” recíproca de manera continua para mantenerse enlazados y para dominar el movimiento propio como partícula libre de cada una.

También para el protón, por ejemplo, lo que aparece como una contradicción interna entre la fuerza de enlace y su inercia, es el efecto de la contradicción

con el neutrón, sobre el que ejerce una acción recíproca.

Esta contradicción también puede definirse como una contradicción entre el estado enlazado y el estado libre de cada partícula o entre la etapa superior y etapa inferior en el proceso de organización de las cosas.

El aspecto principal de esta “coerción” es la llamada interacción fuerte residual, debido a que las cargas cromáticas entre los quarks internos del protón y el neutrón no están perfectamente balanceadas. Las fuerzas de origen electromagnético también integran este vínculo. Mientras que las fuerzas nucleares débiles y gravitacionales tienen un efecto despreciable.

De este conflicto constante se generan todas las propiedades de movimiento y de interrelación del núcleo de deuterio, como un “todo”, una nueva “unidad” o sistema físico de un estadio superior de la materia.

Con arreglo a las contradicciones externas, este núcleo “simple” puede asociarse con otras partículas similares para formar un núcleo atómico mayor, como el oxígeno por ejemplo, o puede asociarse con un electrón, y formar un átomo de deuterio, que es ya otra partícula o “unidad” cualitativamente diferente.

Núcleos atómicos complejos.

Un núcleo atómico más complejo, como el de carbono, está compuesto por 6 neutrones y 6 protones y nace de la unión (fusión nuclear) de tres núcleos de helio.

Los modelos teóricos que representan a los núcleos más grandes son bastante aproximados ya que la evidencia experimental es todavía limitada y estos núcleos son asociaciones extremadamente complejas de neutrones y protones. Aunque debido a que no todos los vínculos entre los protones y neutrones del núcleo son equivalentes, es posible que en el interior de una estructura nuclear compleja existan subestructuras de protones y neutrones.

Las subestructuras pueden ser estables o no y la organización y movimiento de sus protones y neutrones está determinado por sus contradicciones internas, la fuerza nuclear fuerte residual es la principal expresión de estas contradicciones y es atractiva,

las fuerzas electromagnéticas, también integran estos vínculos y son repulsivas ya que vinculan cargas del mismo signo (los protones son positivos y se repelen entre ellos). Es decir que, en relación a la posibilidad de asociarse, las contradicciones entre los protones y neutrones tienen un aspecto no-antagónico (las fuerzas atractivas) y un aspecto antagónico (las fuerzas repulsivas y la inercia). El tamaño máximo de los subgrupos está determinado por la competencia entre estas contradicciones.

Esto se grafica en los procesos de fisión nuclear, por ejemplo un núcleo de carbono se divide al fisionarse en tres núcleos de helio y un núcleo de uranio en dos núcleos menores, como molibdeno y lantano, lo que confirma que la dinámica de un núcleo complejo está en realidad determinada por vínculos entre asociaciones (subestructuras) de protones y neutrones, con lo que queda abierta la posibilidad de distinguir, entre las contradicciones entre distintos grupos, una contradicción principal y contradicciones secundarias, en el interior del núcleo, aún en el estado actual de nuestro conocimiento.

Los núcleos atómicos, cuyo movimiento interno está organizado sobre las contradicciones entre estas agrupaciones de partículas, están también, limitados en el tamaño máximo que pueden alcanzar.

Los vínculos entre grupos distintos son también, originados por la fuerza nuclear fuerte residual (que es atractiva y es el aspecto principal y no-antagónico de la contradicción) y por las fuerzas electromagnéticas (que son repulsivas y son el aspecto secundario y antagónico de la contradicción) en todos los núcleos atómicos estables y semiestables conocidos.

En cuanto el tamaño excesivo del núcleo cambia las condiciones y las contradicciones se vuelven antagónicas (empiezan a predominar las fuerzas repulsivas y la inercia), estas se resuelven por medio de las transformaciones o fisiones nucleares, convirtiendo al núcleo original

inestable en núcleos menores cada vez más estables. Es por esta razón, que en la naturaleza no existen núcleos más pesados que el uranio.

Los modelos nucleares de clusters,⁽¹³⁾ desarrollados desde fines de los años '30, describen los núcleos como asociaciones de subgrupos, aunque en la actualidad, hay una gran variedad de modelos teóricos.

En los hornos de las centrales nucleares se pueden generar, de forma artificial, núcleos mayores, como por ejemplo el de plutonio, estos núcleos corresponden a elementos más pesados que el uranio, se conocen ya 16 y se llaman elementos transuránidos.

Todos estos núcleos son inestables y entran en un proceso continuo de transformación hacia formas más estables, desprendiéndose de sus partes internas en forma de protones, neutrones, positrones o núcleos de helio (a estos núcleos se les llama partículas alfa).

Por ejemplo el mismo núcleo de uranio es inestable y al terminar el proceso de cambio, después de varias etapas intermedias en las que se va convirtiendo en núcleos menores, queda transformado en plomo.

Estas inestabilidades características de los elementos pesados (o de las partículas efímeras o de cualquier cosa que se considere inestable) tienen que ver con la relación entre sus contradicciones internas antagónicas y no-antagónicas en cada etapa del proceso de desarrollo de la materia que compone el núcleo.

Las contradicciones internas antagónicas descomponen permanentemente la materia, mientras que las no-antagónicas la reproducen o recomponen, también permanentemente. En un estadio determinado, en las primeras fases del desarrollo de una cosa, predomina la recomposición sobre la descomposición. En otro estadio, siempre condicionados por las contradicciones externas, en las fases finales de la vida de tal cosa, predomina la descomposición y se producen las crisis.

De modo que los núcleos de los elementos transuránidos se encuentran en un estado de crisis permanente, más tarde o más temprano, sus contradicciones internas los transforman en otra cosa, resolviéndose estas.

13-L. R. Hafstad and E. Teller. *The alpha-particle model of the nucleus*. *Phys. Rev.*,54:681-692, 1938.

En el caso de un núcleo de plutonio, en este estadio de desarrollo de su materia, la organización nuclear está en descomposición, puesto que en un proceso de acumulación cuantitativa de sus contradicciones antagónicas, la descomposición avanza sobre la recomposición hasta que finalmente, el núcleo da un salto cualitativo y se transforma en otro núcleo.

Las organizaciones estables (por ejemplo los núcleos o las partículas o cualquier cosa que se considere estable) se deben a que sus contradicciones han alcanzado un equilibrio relativo, condicional y temporal, aunque este tiempo sea muy largo.

A la corta o a la larga, el desequilibrio y el cambio, siempre gana.

EL ATOMO.

Un átomo simple. El hidrógeno.

Un átomo neutro nace de la unidad entre el núcleo de carga positiva y una “cubierta” de electrones móviles de carga negativa.

En el caso del átomo de hidrógeno, este es el resultado de la contradicción entre su núcleo, en este caso un solo protón y un solo electrón orbital.

En este sistema dinámico el vínculo principal entre el protón del núcleo y el electrón es de origen electromagnético, que en este caso, es una interacción atractiva al tener cargas eléctricas opuestas.

La fuerza gravitacional entre el protón del núcleo y el electrón tiene un efecto despreciable.

A esta escala la fuerza fuerte es incapaz de producir interacciones, por que las distancias entre el protón y el electrón, ya están fuera de su alcance y porque el electrón, es una partícula “insensible” a esta interacción.

Estas distancias también anulan el efecto de la fuerza débil.

Igual que en el caso del núcleo, pero a otra escala y de manera cualitativamente diferente, la mutua “coerción” entre el protón del núcleo y el electrón es lo que origina a los átomos de hidrógeno.

En este caso, sabemos que el protón es una asociación de 3 quarks, pero no conocemos la estructura interna del electrón. Igualmente, las contradicciones entre los quarks del protón, así como las contradicciones internas del electrón

son secundarias en relación a la configuración del átomo, mientras que la contradicción entre el protón y el electrón es la principal.

En el caso de un electrón orbital, su complejo movimiento alrededor del núcleo, es el resultado del conflicto permanente entre su impulso “propio” conocido como inercia y toda una serie de vínculos con el núcleo que lo mantienen enlazado a un patrón determinado de movimientos, llamados orbitales electrónicos.

Estos orbitales electrónicos son la forma como se resuelve la contradicción entre el movimiento propio o inercia de cada electrón y el núcleo central, y la fuerza atractiva de origen electromagnético que lo mantiene asociados en una unidad mayor, un átomo.

Otra vez, la contradicción interna entre la inercia de cada electrón y la fuerza que lo atrae hacia el núcleo, es el efecto de la contradicción entre el electrón y el núcleo.

No son iguales las propiedades de movimiento de un electrón enlazado a un átomo que uno “libre”.

Inclusive la forma de emitir o absorber radiación o materia radiante de los electrones cambia de manera cualitativa, ya que sus propiedades son profundamente modificadas por su asociación en un átomo.

En el caso de un átomo de helio, la organización del movimiento se complica, ya que el núcleo de dos protones y dos neutrones se enlaza con dos electrones orbitales, lo que multiplica el abanico de contradicciones que determinan al sistema, hay contradicciones entre el núcleo y los electrones y también entre los electrones.

Cuando los electrones están enlazados alrededor de un núcleo atómico y están por lo tanto confinados, apiñados en una región pequeña, se organizan también con arreglo a las interacciones entre ellos, esto se manifiesta en el llamado Principio de Exclusión de Pauli, según este principio, los vínculos entre los electrones derivados de su carga electromagnética y de su espín, forman un tipo de organización del movimiento de los electrones según el cuál dos electrones no pueden tener cantidades iguales de energía y de espín (se dice que no pueden estar en el mismo estado electrónico).

Por lo tanto en la “nube” electrónica los electrones organizan sus movimientos de tal modo que cada uno tiene una cantidad determinada de energía y de espín, con arreglo a la contradicción principal (entre los electrones y el núcleo, expresada por la fuerza de enlace) y a las contradicciones secundarias entre los electrones (derivadas de su mutua repulsión electromagnética y de las interacciones entre sus espines).

El Principio de Exclusión de Pauli es expresión de las contradicciones entre los electrones, que operan como una contradicción secundaria en el interior de un átomo.

Los modelos atómicos más usuales, como el de Dirac, representan de manera aceptable las propiedades de átomos pequeños, pero las ecuaciones se vuelven extremadamente complicadas para átomos complejos y estos se resuelven por medio de aproximaciones que generalmente son extrapolaciones de los modelos simples, por lo que otra vez, en el estado actual de nuestro conocimiento no es po-

sible distinguir el rango de las contradicciones para átomos complejos.

Además, todos los modelos atómicos se refieren a la organización del movimiento de los electrones, como efecto de la acción sobre estos del núcleo primero, y de su mutua interacción después, pero eluden el efecto recíproco de los electrones sobre el movimiento nuclear.

En el caso del núcleo, también hay un salto cualitativo en sus propiedades de movimiento y de interrelación, al asociarse con los electrones para formar una nueva unidad, llamada átomo.

Además, en el caso de los átomos también se puede precisar que el polo dominante de la contradicción núcleo-electrones es el núcleo, ya que la configuración global del átomo depende principalmente de las características del núcleo.

Al ser los electrones la cubierta exterior de un átomo, las propiedades químicas de los distintos elementos, o sea su capacidad y especificidad para formar enlaces y asociaciones con otros átomos, para combinarse y formar moléculas, o para disociarse dependen de las características de esta cubierta exterior. ■