

La ciencia como fenómeno de la cultura: el concepto del átomo.

Kandy Juanita Del Rio Florido

Marzo 2017

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ciencias y Educación.

Proyecto Curricular de Licenciatura en Física

Copyright © 2017 por Kandy Juanita Del Rio Florido ii
Todos los derechos reservados.

Dedicado a quienes hacen uso del conocimiento científico para superar el modelo económico actual, quienes se empeñan en poner fin a la alienación.

Agradecimientos

iv

Gracias a mis compañeros de lucha, quienes por medio del debate y la crítica motivaron estas páginas, gracias infinitas a mi familia por su apoyo incondicional.

Resumen

Este trabajo tiene como objeto mostrar la ciencia como un fenómeno de la cultura en el desarrollo del concepto histórico del átomo, señalando la crisis actual de principios de la ciencia, involucrando las épocas del pensamiento occidental, con especial detalle en, el pensamiento de la Grecia Antigua, la Edad Moderna y el conocimiento de frontera. Lo anterior hace necesario tomar puntos de vista, basados en la corriente externalista de los historiadores de las ciencias, para dar evidencias de la crisis de principios de la ciencia y cómo ésta hace uso de la filosofía, como una ciencia de los principios.

Palabras claves: átomo, ciencia, crisis de principios.

Abstract

This work has like object to show the science like a phenomenon of the culture in the development of the historical concept of the atom, pointing out the current crisis of principles of the science. Involving the times of the western thought, with special detail in, the thought of the Ancient Greece, the Modern Age and the frontier knowledge. The above-mentioned makes necessary to take points of view, based on the externalist current of the historians of the sciences, to give evidences of the crisis of principles of the science and how this, it makes use of the philosophy, like a science of the principles.

Key words: atom, science, crisis of principles

Introducción	1
1. La Ciencia como fenómeno de la cultura.....	5
1.1“la ciencia es sagrada”.....	5
1.2 El materialismo dialéctico MD.....	11
2. Átomo: sin tomos, sin cortes, sin partes.....	14
2.1 Las cualidades del átomo.....	15
2.2 Retomando a Demócrito.....	16
2.3 Empieza la experiencia a viajar al interior del átomo.....	18
2.4 Las partes del sin partes.....	19
2.4.1 El electrón.....	20
2.4.2 El protón.....	21
2.4.3El neutrón.....	24
2.5 La Física cuántica.....	25
2.6 La Bomba Atómica.....	29
2.7 El quark.....	32
3. Conclusiones.....	40
Referencias.....	43

Introducción

“La ciencia se encuentra actualmente en una crisis de principios” (Nicol, 1965, p.9) buscar la raíz de la crisis es una necesidad para superarla, por lo cual la interiorización y argumentación del presentar la ciencia como fenómeno de la cultura, desarrollando el concepto del átomo. La ciencia en su esencia involucra el desarrollo de la actividad científica, y “en un sentido fuerte la ciencia es siempre histórica” (Thuillier, 1990, p.37). El conocimiento ha sido construido y cultivado por la humanidad, esto encierra fenómenos y condiciones diferentes para cada época del pensamiento occidental y al mismo tiempo evidencia generalidades debido a que la ciencia es una actividad exclusiva del ser humano y éste a pesar de las diferencias culturales entre modelos económicos y sociales según la época, también presenta características esenciales.

La situación crítica de la ciencia en la modernidad es principal porque involucra a todas las ciencias, pero se debe reconocer que presenta elementos más significativos en la física y metafísica. La física y su historia nos lleva a la esencia de la crisis, precisamente por su pasado, presente y futuro, no obstante cabe recordar que, si la ciencia es histórica, todas las ciencias son históricas, y el problema de la verdad, la respuesta a la universalidad no puede resolverse sólo desde la física, con una teoría físico-matemática que sea válida para la física solamente, por lo tanto el camino de la filosofía se impone, usufructuando que la crisis de la física no la ha sumergido en escenarios paralizantes, sino por lo contrario, el crecimiento se presenta de manera acelerada (Nicol, 1965), trayendo consigo consecuencias sociales, políticas y económicas. La influencia política de la ciencia en lugar de desaparecer en los últimos tiempos se ha hecho más fuerte que en la segunda guerra mundial, trayendo como consecuencia una doble responsabilidad para el científico. No hay neutralidad válida para el científico, es una imposición de la época que toma parte en los debates de la paz mundial, precisamente por la potencialidad de la invención de las nuevas armas y en especial de las armas nucleares. La ciencia moderna y su técnica, fenómenos característicos de la modernidad, la violencia inherente a la cultura: protagonista desde el origen de la humanidad, hoy es violencia instrumental y la ciencia es determinante en las potenciales fuerzas autodestructivas de la humanidad.

La alteración de las leyes de la física al generar contradicciones entre teoría y práctica, la lucha de los físicos por resolverlas, desborda en una revolución científica.

La ciencia misma tiene sus raíces y sus orígenes fuera del dominio del pensamiento racional que le es propio. Fundamentalmente, parece que existe una especie de teorema de Gödel de la ciencia, que afirma que ésta no es posible sino desde un cuadro más general definido mediante cuestiones y preocupaciones no científicas. (Thuillier, 1977, p.405)

Implícitamente se lleva al científico a hacer uso de lo irracional y lo sagrado, evidenciando la problemática actual de la ciencia, los físicos desconciertan al invadir el dominio de la epistemología y la ontología. En la actualidad, la física teórica tiene como problema central la formulación matemática de una ley fundamental de la naturaleza que parece estar en el fondo del comportamiento de las partículas elementales. El problema que plantea al buscar una Ley universal de la naturaleza que a priori impone que es la física quien debe ser quien describa en el lenguaje matemático la complejidad del universo, revela incertidumbres frente a la crisis y su prolongación sin que evidencie estancamiento en la transformación y manipulación de la naturaleza, frente a la postura de ver la ciencia como un sistema cerrado de verdades definitivas e inmutables, la idea de la novedad absoluta, Nicol (1965) afirma:

Lo que ya es definitivo es el convencimiento de que ningún esquema teórico puede ser definitivo. Pero este convencimiento, que a primera vista parece implicar una renuncia, una mengua de la dignidad tradicional de la ciencia, contiene realmente una ventaja: no sólo porque la “adquisición” de un hecho nuevo no puede nunca empobrecer a la ciencia (por grande que sea el trastorno que su absorción ocasione momentáneamente), sino porque, además, éste es el hecho que nos permite al fin reconocer la verdadera estructura interna de la física, y plantear con claridad el problema de los principios de la ciencia en general; pues nos obliga a distinguir entre éstos, que han de ser permanentes y comunes a todas las ciencias, y los esquemas teóricos que son transitorios, aunque contienen leyes a las que alguna vez hemos dado impropriamente el nombre de principios. (p. 26-27)

En la metafísica se medita sobre la esencia de la verdad, es esta meditación la que fundamenta una era, caracterizada por una determinada interpretación de los fenómenos y una concepción de la verdad, que da a la época el fundamento de la forma de su esencia, es evidente

que la casi unanimidad de los físicos rechazan la metafísica (o lo que ellos entienden por metafísica), constituye esto un problema, ya que esta se ocupa de cuestiones relevantes para comprender la crisis de principios que en la actualidad concierne a la comunidad científica, quienes parecen negar uno de los caminos que podrían resolver los grandes problemas teóricos que enfrenta el conocimiento de frontera. El concepto del átomo juega un papel decisivo en el planteamiento de los principios de la ciencia, porque no puede ser apropiable de ningún individuo, es una construcción colectiva y por esto es referente motivador en la decisión de indagar el camino de la pregunta por la ciencia, tiene su raíz en la Grecia del siglo V a. n. e., con la escuela atomista, Demócrito discípulo de Leucipo de quien tomó la idea del átomo, lo supuso indivisible y añadió que existían diferentes tipos de átomos que ordenados de diferentes maneras conformarían las diferentes sustancias existentes. En el siglo XX la exploración del átomo lleva el concepto a depender de la experimentación con fenómenos reales, comprobables, que significó una revolución científica al obligar a sus protagonistas a comprender que no hay teoría sin práctica y viceversa. Los fenómenos como los Rayos X, Reactor Nuclear, la Bomba Atómica, entre otros, el viaje apasionado de la ciencia al interior de la materia, nos llevó a niveles grandes de energía los “límites de Planck” donde seguimos encontrando cada vez más partículas, más allá de las que en algún momento histórico consideramos elementales, los quarks y los leptones los ladrillos de la materia, amenazan con poderse dividir, estamos al frente de algo que se nos escapa, entrelazados en el placer de la verificación, demostración que exigen implícitamente la teorización, este viaje señala la necesidad de filosofar.

En las diferencias de cada época, en las contradicciones entre escuelas de pensamiento encontramos el impulso para la construcción de los conceptos, los debates que inician y se desenvuelven en la historicidad de la ciencia, resultan llamativos y muy interesantes en la profundidad del concepto del átomo, éste muestra el movimiento entre las categorías de forma y esencia, disputándose superioridad según la época. La crisis de principios en la ciencia obliga a abordar problemas fundamentales de la filosofía como la relación entre conciencia y materia. “El sujeto y el objeto no son dos cosas distintas sino una unidad, la conciencia se forma en el proceso de conocimiento mismo” (Hegel, 1966, p. 22), sin embargo en la ciencia existe una distancia entre el objeto de análisis y las teorías abstractas de los paradigmas, para Hegel no puede haber un tipo de saber que rechace a otro saber. No hay saber privilegiado nos dice. La historia de la conciencia es la teoría del conocimiento, las implicaciones del fenómeno son todos los hechos también los sociales. El desarrollo histórico del concepto del átomo obliga a comparar continuamente al concepto con el objeto y al objeto con el concepto, evidenciando una relación dialéctica. Tomamos como punto de partida que “la materia por tanto es el concepto filosófico fundamental y la conciencia humana su desarrollo superior, podemos decir de esta manera, al ser nosotros la única expresión conocida hasta ahora, de ser materia que piensa sobre sí misma” (Figueredo, 2014, p.66). De esta manera se entiende, si afirmamos que la materia es la categoría más general en el universo esta no puede ser explicada dentro de sí misma, ya que de un conjunto de nociones se construyen los conceptos y de un conjunto de conceptos las categorías, por lo tanto la categoría de materia al ser la más general, necesita ser analizada y puesta a luz de su contrario: la conciencia. De ahí el primer problema fundamental en la filosofía, la relación entre las categorías conciencia y materia. Nos motiva desarrollar el concepto histórico del átomo cuantitativamente y cualitativamente, para evidenciar la ciencia como fenómeno de la cultura, señalando su crisis actual de principios y en cada una de las épocas del pensamiento occidental. Lo anterior hace necesario tomar puntos de vista, basados en la corriente externalista de los historiadores de las ciencias y la postura filosófica del materialismo dialéctico, tomando como certeza la existencia de la realidad objetiva del universo, la cual se manifiesta como materia en movimiento, la forma de expresión de la materia es el movimiento, materia y movimiento son inseparables y esta unidad se expresa a través de las formas concretas o abstractas, con que aparecen los procesos de la naturaleza, la sociedad de los hombres y el propio pensamiento.

1. La ciencia como fenómeno de la cultura

En la actualidad la ciencia se encuentra en su más alto grado de aceptación como la única verdad, es la “ciencia moderna” quien responde a las grandes preguntas hechas por el hombre, el crecimiento exponencial del avance científico y tecnológico da cuenta de la “eminencia” que la humanidad da a la ciencia. Las transformaciones de las condiciones materiales y el desarrollo de la producción, hace necesario la pregunta por la ciencia, ¿Qué es la ciencia? Las múltiples interpretaciones de la ciencia ha generado conflictos entre los historiadores de las ciencias, debido a que estas involucran directamente la imagen que nos hacemos de la actividad científica y de su lugar dentro de la vida de la sociedad. Para los historiadores de la ciencia denominados internalistas, “la ciencia es esencialmente una construcción intelectual” (Thuillier, 1990, p. 37), es decir que la esencia de la ciencia se encuentra en sí misma, en el método, argumentando una elaboración progresiva del contenido, indagar sobre el surgimiento de la ciencia, es para los internalistas hacer la historia de las ideas y conceptos que concluyeron con lo que hoy se nos representa como ciencia moderna, la cual descansa su esencia en la investigación, el “proceder anticipador” se fundamenta en el cálculo desde lo predeterminado, “la ciencia es teoría de lo real” (Heidegger, 1994, p.113). La Edad Media y el pensamiento Antiguo presentan la ciencia, de acuerdo a situaciones (sociales, políticas, económicas) diferentes, la ciencia se representa en la modernidad como la búsqueda de la verdad, la verdad entendida en lo absoluto de la matematización de la naturaleza, en la medida que persigue objetos que ella misma puede explicar. Los historiadores de la corriente externalista no niegan que la ciencia es una búsqueda del saber, pero consideran necesario ir más allá, ellos afirman que la ciencia es fenómeno de la cultura y por lo tanto no queda definida en su totalidad con la historia de las ideas, ni le atribuyen a éstas un carácter progresivo, por el contrario señalan la importancia de conocer los contextos (políticos, religiosos, económicos, entre otros) que llevaron a la construcción de las ideas, las ideas son reflejo de las condiciones materiales y estas no están obligadas a ser progresivas, por ejemplo el retroceso y estancamiento que significó para la ciencia la época de la edad media.

1.2 “La ciencia es sagrada”

El factor religión es uno de los cuales se debe tener en cuenta para realizar un estudio detallado del surgimiento de la ciencia moderna, pero no se debe exagerar su importancia, la religión como tal, no fue la que desencadenó el movimiento en la sociedad europea que sintió la necesidad de construir una ciencia nueva, por ende es menester admitir que múltiples factores han estado en juego. Ser cristiano es creer en una doctrina particular y en dogmas específicos, pero también implica ocupar una posición social, hay un funcionamiento de la religión que es cultural, ideológico y político. Las luchas políticas en el siglo XVII iban a la par con los conflictos religiosos oponiendo a católicos, puritanos, anglicanos, entre otros. El milenarismo puritano contribuyó ampliamente a definir las orientaciones de la Royal Society fundada en 1662, desde 1660, desde la restauración de la monarquía, la ciencia adquirió un carácter diferente, se había vuelto especializada y elitista. Newton hacía parte de los reformistas de tendencia conservadora, quienes culturalmente siempre se mostraron activos, elaborando una concepción metafísica de dios y de la materia, que si se puede decir tenía usos múltiples, proporcionaba un marco al pensamiento científico como tal, permitía justificar la estructura jerárquica de la sociedad e impugnar los proyectos de los “Radicales”. Las “sectas radicales” querían desinstitucionalizar la iglesia, abolir al diezmo, dar a los laicos el derecho de predicar, conceder a las mujeres un estatuto igual al de los hombres, promover la libertad sexual y redistribuir los bienes. Los “Radicales” tendían a afirmar que el creador no era distinto de la creación, que dios no era un ser lejano, sino presente en la naturaleza y los hombres (Thuillier, 1990). Robert Boyle (1627 - 1691) da origen a la “Filosofía Corpuscular” donde los fenómenos físicos resultan de las interacciones entre partículas en movimiento, donde es dios el responsable de dichos movimientos. Esta teoría atomista contraria a los “Radicales”, las especulaciones “vitalistas” de estos, pasaban a la falsedad y sus proyectos “libertarios” o democráticos quedaban desprovistos de valor. Newton reconocía que su metafísica intentaba ser un obstáculo al ateísmo y Boyle se presentaba públicamente como adversario al Naturalismo, Newton además consideraba la filosofía de Descartes peligrosa para la verdadera religión y su gran obra. Los principios matemáticos de la filosofía natural, correspondió a una estrategia política. Newton y los Newtonianos después de 1689 ya no tuvieron dificultades en escoger su campo y seguir trabajando por el orden y la estabilidad tanto en la Sociedad como en la Naturaleza, existen muchos textos “científicos” de inspiración cristiana que se esfuerzan por hacer coincidir los intereses religiosos con los científicos y otros por lo contrario están en contra de la religión,

ambas clases de textos logran presentar al sabio como el hombre que gracias a la ciencia se encuentra en condiciones para definir las cuestiones ontológicas. La ciencia es actividad del ser humano, el científico puede caer en entusiasmos excesivos que lo lleven a emprender utopías. La empresa científica está en cierta forma asediada por la idea de una misión sagrada, actualmente se encuentra evolucionando el sentido de lo sagrado y solo se asimila en cantidades pequeñas bajo formas muy tenues. Las hipótesis formuladas por los hombres de ciencia se transforman en dogmas, en decretos que emanan de lo más profundo del Ser y desobedecer es pecar. Con Newton y Galileo el científico se convierte en el representante de un nuevo saber dominante y resulta en sucesor del teólogo. La figura de un mundo- máquina perfecto implicaba un creador externo, un dios monárquico que gobernaba al mundo desde arriba, imponiendo en él sus divinas leyes.

Durante el siglo XIX los científicos continuaron elaborando el modelo mecánico del universo en física, química, biología, sicología y las ciencias sociales. Como resultado el mundo-máquina de Newton se convirtió en una estructura mucho más compleja y sutil, al mismo tiempo, nuevos descubrimientos y nuevas formas de pensar revelaron las limitaciones del modelo Newtoniano y prepararon el camino a las revoluciones científicas del siglo XX. La electrodinámica de Maxwell y la teoría de la evolución de Darwin a finales del siglo XIX, desplazaban el modelo newtoniano y revelaban que el universo era mucho más complejo de lo que Descartes y Newton habían creído al respecto, Capra (1992) afirma:

A través de la exploración del mundo atómico y subatómico, los científicos entraron en contacto con una realidad misteriosa e inesperada que socavaba los cimientos de su visión del mundo y los obligaba a pensar de manera totalmente diferente. Jamás había ocurrido nada igual en la historia de la ciencia. Las revolucionarias teorías enunciadas por Darwin y Copérnico habían introducido profundos cambios en la concepción general del universo y estos cambios, para muchas personas, habían sido muy violentos; pero los nuevos conceptos en sí habían sido fácilmente comprensibles. Ahora bien: en el siglo XX, los físicos se enfrentaron por vez primera con un serio desafío a su capacidad de comprender el universo. Cada vez que, en un experimento atómico, le preguntaban algo a la naturaleza, ésta les respondía con una paradoja, y cuanto más trataban de esclarecer la situación, más grande se hacía la paradoja. En su afán por entender aquella nueva

realidad, los científicos fueron llegando a la conclusión de que todos sus conceptos básicos, toda su terminología y toda su manera de pensar eran insuficientes para descubrir los fenómenos atómicos. (p. 39).

El poder encontrar una explicación a los fenómenos atómicos no se trataba únicamente de un problema intelectual, sino de una experiencia existencial y emotiva de gran intensidad, como la describe Heisenberg recordando que, con Bohr, solían discutir durante horas, hasta altas horas de la noche, y casi siempre acababan “descorazonados”. Y luego de la discusión, se iba a dar un paseo por un parque próximo y se repetía a sí mismo una y otra vez: ¿Es posible que la naturaleza sea tan absurda como nos lo parece en estos experimentos atómicos? Una nueva forma de pensar surgió mas allá de la imagen del mundo máquina newtoniano e iba a dominar no sólo el siglo XIX sino todo el pensamiento científico futuro. La idea de la evolución, de cambio, crecimiento y desarrollo. La noción de evolución se había originado en geología, donde estudios cuidadosos de fósiles condujeron a los científicos a la idea de que el estado presente de la tierra era el resultado de un desarrollo continuo causado por la acción de fuerzas naturales durante periodos largos de tiempo. La teoría del Sistema Solar propuesta por Immanuel Kant y Pierre Laplace se basó en el pensamiento evolucionario o desarrollista, conceptos evolucionarios fueron cruciales en las filosofías políticas de Hegel y Engels; tanto poetas y filósofos, durante el siglo XIX, se preocuparon por el problema del surgir, Lamark fue el primero en proponer, una teoría, coherente de evolución, de acuerdo a la cual todos los seres vivos han evolucionado de formas anteriores más simples, bajo las condiciones impuestas del entorno. Aunque los detalles de la teoría Lamarkiana debieron abandonarse mas tarde, fue sin embargo un importante primer paso. Algunas décadas mas tarde Charles Darwin presenta evidencias biológicas en favor de la evolución y explica que está basado en conceptos de variación accidental (mutación del azar) y selección natural. “El descubrimiento de la evolución en biología forzó a los científicos a abandonar la concepción cartesiana del mundo como una máquina que había surgido perfectamente construida de las manos de su creador” (Capra, 1992, p.37). Entonces el universo se muestra como sistemas que evolucionan y siempre cambian, en donde el ser humano ha surgido a partir de formas de vidas más simples. La teoría de la evolución se elabora en ciencias de la vida (biología), implicando un movimiento, hacia mayor orden y complejidad, por el

contrario en física al aplicar la mecánica de Newton a los fenómenos térmicos, los conceptos evolutivos condujeron a el movimiento hacia mayor desorden.

Una teoría sobre la materia elaborada por un Ingeniero, a saber Jean Charon, reinterpreta ideas místicas dentro de un cuadro que esta expresamente presentado como científico, en el cual se plantea a grandes rasgos que: el espíritu es finalmente una propiedad que pertenece de suyo a los granos más finos de la materia (los protones, neutrones y electrones) señalando que partiendo de esto una nueva ciencia del electrón se vuelve posible. La mecánica cuántica permitió a los científicos posiciones idealista como materialistas, por lo cual muchos físicos manejan un análisis histórico y filosófico, ajustado a su conveniencia. El Italiano Franco Selleri, asume esta situación en términos de Ideología, Bohr, Heisenberg, Jordan, Pauli, afirmaron algunas veces que el materialismo había sido derrotado, que la causalidad ya no era válida, que la razón había descubierto sus límites. Mientras Einstein, Schrödinger, De Broglie, Planck, no quisieron aceptar como definitiva la mecánica cuántica, a pesar de sus éxitos, para ellos contiene elementos que permitieron regresar a los idealistas. Entre 1940 y 1970 esta oposición ideológica no fue tan visible, luego las tendencias materialistas se afirmaron de nuevo, acarreado una reacción idealista. La física no se encuentra libre de las luchas ideológicas, lo cual resulta un verdadero problema socio-cultural, donde muchos científicos recurren al tabú de la “neutralidad” científica, que da lugar a un silencio cómplice, que insiste el científico en hacer pasar por conveniente. En realidad esta “neutralidad” no resuelve el problema de la opción metafísica por parte de la actividad científica.

De hecho algunos científicos piensan que las leyes de la física son verdades sobrenaturales, si existe una verdad, una divinidad creadora de nuestro mundo, no seria extraño que hubiera dejado su impronta en forma de principios fundamentales. El eminente físico Paul Davies está convencido de que el universo no es fruto de la causalidad, sino que forma parte de un plan transcendental. Para demostrarlo ha seguido las huellas de la divinidad. Para Pitágoras el universo se rige por leyes matemáticas, esta idea la aplicó Tomás de Aquino a la teología, Hawking cree que una súper Ley podría explicar el origen del universo. Gödel y Turing demostraron, sin embargo que hay fenómenos inexplicables. Según Leibniz, vivimos en el mejor mundo posible, esta idea sugiere que alguien o algo eligió ponernos aquí en un momento dado, pero ¿por qué? Ser científico y ser creyente nunca ha sido una incongruencia, entonces la capacidad de prognosis de la ciencia se empantana y nadie puede decir que ocurrirá en el futuro

con el hombre, las profundas contradicciones entre idealismo y materialismo han sido el motor de la teoría del conocimiento, llevando al ser humano a ampliar la lógica, caminando indiscutiblemente hacia la dialéctica.

El positivismo físico escuela que promovió el idealismo filosófico, niega la realidad de las cosas en el mundo de la microfísica, y la realidad objetiva como fuente de nuestros conocimientos. El positivismo físico niega la causalidad, entre uno de sus representantes se encuentra el físico y filósofo austriaco nacido en 1838 Ernest Mach quien señaló que los elementos químicos (átomos, moléculas, cargas eléctricas y otros elementos estructurales de la materia) eran “cosas mentales”, productos de nuestra consciencia. Así mismo sostuvo que la conducción de energía ocurría en el espacio vacío sin la existencia de materia.

Los descubrimientos de la física en el siglo XX sirvieron para evidenciar el principio de causalidad, existente en la naturaleza, en la filosofía marxista, el concepto de causalidad se desprende de la concepción dialéctica del movimiento, del desarrollo del mundo material, el movimiento es la forma en que se manifiesta la materia, lo anterior es para Lenin el punto de partida de la definición de causalidad señalando la causa y el efecto producto del principio de la “interconexión de los fenómenos”. Las leyes de la conservación de la masa y la energía, expresan para el materialismo dialéctico la eternidad e indestructibilidad de la materia y el movimiento. El fundamento de la Ley de la Conservación, dejó de lado la idea de Newton de que algo había impulsado inicialmente la fuente del movimiento de la materia. El descubrimiento de la Ley de la conservación y transformación de la energía, constituyen un triunfo para la explicación de los fenómenos térmicos y llena de profunda validez el principio materialista de la causalidad. El materialismo dialéctico aparece como la ciencia de las leyes generales del movimiento y la evolución de la naturaleza, la sociedad humana y el pensamiento, Ernest Mach encuentra en Lenin una crítica, un rechazo al idealismo filosófico, que se resiste a entregar la ciencias naturales al fideísmo.

La diferencia fundamental entre el materialista y el prosélito de la filosofía idealista, es que el primero considera a la sensación, la percepción, la representación y, em general, la conciencia del hombre, como una imagen de la realidad objetiva. El universo es el movimiento de esa realidad objetiva, reflejada por nuestra conciencia. Al movimiento de

las representaciones, de las percepciones, etc., corresponde el movimiento de la materia exterior a mí. (Lenin, 1996, p.212-213)

1.3 El Materialismo dialéctico MD

Es la ciencia de las leyes más generales del desarrollo del ser y del pensamiento. Lenin consideró como incorrecto separar la ontología, la lógica, la metodología y la teoría del conocimiento, los principios de la ciencia deben coincidir y poder explicar las leyes de la naturaleza, las de la sociedad y las leyes de las ideas.

La dialéctica llamada objetiva domina toda la naturaleza, y la que se llama dialéctica subjetiva, el pensamiento dialéctico, no es sino el reflejo del movimiento a través de contradicciones que se manifiesta en toda la naturaleza, contradicciones que, en su pugna constante en lo que acaba siempre desapareciendo lo uno en lo otro que lo contradice o elevándose ambos términos a una forma superior, son precisamente las que condicionan la vida de la naturaleza. (Engels, 1990, p.179)

Para establecer principios en la ciencia se hace menester reconocer que la señal del pensamiento científico no es la verdad que podamos descubrir con el desarrollo del pensamiento, por el contrario la verdad tiene niveles, que obedecen a una ley entre la cualidad y la cantidad, acumulados cuantitativos producen salto cualitativos y viceversa, o cada tesis tienen su antítesis, el resolver esta contradicción produce una síntesis que se convertirá en una nueva tesis, a los periodos de tesis o síntesis no les podemos asignar valores de tiempos precisos, la duración de una síntesis antes de que aparezca como nueva contradicción (tesis-antítesis) dependerá del pensamiento de la época, el cual esta condicionado a situaciones económicas, políticas, religiosas, entre otras, el tiempo que le tome resolver la contradicción estará determinado a los fenómenos característicos de la época, por lo tanto de la verdad solo podremos alcanzar niveles, pero los saltos cualitativos entre niveles de la verdad se pueden producir en ambas direcciones, por lo tanto los errores que cometimos en el pasado adquieren la misma importancia que los aciertos, los principios de la ciencia no son obra individual y se suponen tan viejos como la filosofía, los principios entonces no son teorías, sino hechos reales o realidad objetiva y por esto son inalterables, y en ellos deben fundamentarse las ciencias particulares, “Lenin señaló la

dialéctica materialista como la única metodología correcta para todas las ciencias de la naturaleza y de la sociedad, creadora del conocimiento científico y un instrumento poderoso para la transformación del mundo” (Mendoza, 2013, p.26). En lo que concierne a los principios del materialismo dialéctico, se reconoce en primer lugar la existencia de la realidad material, como la única realidad verificable y constatable, tanto por medios empíricos como razonables, es decir que acepta la intervención del entendimiento humano al conocer y cambiar la naturaleza, la materia (la realidad objetiva) en su forma y esencia, la humanidad hasta ahora sigue siendo la única expresión conocida de ser materia que piensa sobre sí misma. La materia se expresa mediante el movimiento, todo cambia, la realidad objetiva es materia en movimiento. El movimiento es el resultado de una relación dialéctica entre todas y cada una de las partes del Universo, es decir se trata de una propiedad inseparable de los procesos existentes. Las categorías en el MD son reflejo de la experiencia humana a través de la práctica histórica, reflejan las propiedades generales de la materia, funcionan en pares y su relación dialéctica es violenta y no complementaria, la relación de las categorías evidencia la unidad de lucha de contrarios, entre ellas se tiene: lo Concreto y lo Abstracto, lo lógico y lo histórico; lo general y lo particular, la esencia y el fenómeno, causa y efecto, necesidad y casualidad, contenido y forma, posibilidad y realidad, fundamento y condición, análisis y síntesis, inducción y deducción, lo general y lo particular. A grandes rasgos Figueredo (2015) señaló los principios del materialismo dialéctico:

Principio de la presencia de la contradicción en todo y cada uno de los procesos de la realidad, el de la disyunción, el de la diversidad, el de la Universalidad y la particularidad de la contradicción, el principio de las transformaciones recíproca entre cualidad y cantidad; el de la interpretación de los opuestos y el principio de la negación de la negación. (p.66)

El Materialismo Dialéctico señala que todas las cosas que conocemos independientes de nosotros son características de la materia entre ellas la masa, por lo tanto la masa es tan sólo una de las múltiples formas conocidas de la materia, nos faltan infinitas formas de la materia por conocer, debido a la infinitud del movimiento, entonces el conocimiento también resulta infinito. “La Materia es todo aquello que existe independiente de nosotros, como partículas,

campos, energía, luz, vida, etc. La Materia está en constante movimiento y es inseparable del concepto de movimiento, la materia se manifiesta en movimiento” (Korchagin, 2012, p.15). La idea es la categoría contraria a la materia por que la existencia de las ideas dependen de nosotros. La materia en movimiento al ser infinita no se crea ni se destruye, sólo cambia de una forma a otra, esta es la ley de la conservación de la energía, la física posee otras leyes de conservación como la masa, el momento lineal, el momento angular, la carga eléctrica, entre otras, para el materialismo dialéctico son todas expresiones del mismo principio, la indestructibilidad de la materia. En la actualidad los defensores del materialismo dialéctico continúan en la tarea de liberar a la ciencia del pensamiento positivista, y señalan que el desarrollo de la ciencia, se acerca cada vez más a lo que afirma la concepción dialéctica del mundo: que el movimiento de la materia es eterno e indestructible, lo único absoluto en el universo es el movimiento. La contradicción entre materialismo e idealismo continua vigente y agudizando.

2. Átomo: sin tomos, sin cortes, sin partes

La primera edición de la enciclopedia británica, en 1771, definía la palabra “átomo” como: “En filosofía, una partícula de materia tan pequeña que no admite división. Los átomos son los cuerpos más pequeños y se conciben como los primeros principios de toda magnitud física”, en la etimología la palabra proviene de vocablos griegos que significa a=sin y tomo=parte, como los tomos de un libro, es decir sin tomos, sin cortes, sin partes. Demócrito discípulo de Leucipio de quien tomó la idea del átomo, lo supuso indivisible y añadió que existían diferentes tipos de átomos que ordenados de diferentes maneras conformarían las diferentes sustancias existentes, Demócrito fue reconocido como un loco en aquellos tiempo de la Grecia del siglo V a. n. e. su discípulo Epicuro retomó sus ideas y creó la escuela atomista con la que logró mantener las tesis del átomo, pero no contó con suerte para convencer a los filósofos de la época a quienes les parecía absurdo que algo que ocupara un espacio no pudiera dividirse, entonces ocupaba la “nada”. La física de Demócrito y la de Epicuro se identifican en los principios, los átomos y el vacío, son indiscutiblemente los mismos, los verdaderos principios son los átomos y el vacío; el resto es opinión, apariencia. Sin embargo, entre el concepto de átomo de Demócrito y Epicuro existen diferencias, ya que los conceptos y explicaciones son producto de situaciones culturales de la época, además enmarcan las experiencias individuales y la relación que el científico construye en su entorno.

Ambos pensadores se oponen paso a paso. Uno es escéptico; el otro, dogmático. Uno considera al mundo sensible como apariencia subjetiva; el otro, como fenómeno objetivo. El que juzga el mundo sensible como apariencia subjetiva se dedica a la ciencia empírica de la naturaleza y a los conocimientos positivos y representa la inquietud de la observación que experimenta, aprende en todas partes y recorre el mundo. El otro, que tiene por real el mundo fenoménico, rechaza el empirismo; la calma del pensamiento, que halla su satisfacción en si misma, la autonomía, que extrae su saber es principio interno, están encarnadas en él. Pero la contradicción va más lejos aún. El escéptico y empírico, que entiende a la naturaleza sensible por apariencia subjetiva, la considera desde el punto

de vista de la necesidad y busca explicar y aprehender la existencia real de las cosas. Por el contrario, el filósofo y dogmático, que acepta el fenómeno como real, sólo ve en todas partes el azar, y su modo de explicación tiende más bien a suprimir toda realidad objetiva de la naturaleza. Estas contradicciones parecen encerrar cierta dosis de absurdo. (Marx, 1971, p.30-31)

Ningún concepto se construye sin contradicciones intelectuales y materiales, de ahí comprender que estos hombres, que se oponen en todo, hayan pertenecido a la misma corriente filosófica, donde se encuentran profundamente ligados a la construcción de un concepto en una época determinada. Para Epicuro los átomos tienen tres movimientos en el vacío: la caída en línea recta, la desviación de esta línea recta y otro debido al rechazo entre muchos átomos, en el primer y tercer movimiento Epicuro coincide con Demócrito, pero se diferencia en el segundo, la desviación de la línea recta en el vacío. El concepto de átomo, resulta opuesto a la creencia de un espacio abstracto, ya que al existir una partícula indivisible implícitamente se dice que ocupa un lugar en el espacio, al atribuirle al átomo un movimiento en línea recta, además de ubicarlo en el espacio se le da existencia material. La dialéctica en el concepto del átomo de Epicuro consiste en señalar que éste es la forma pura y darle a su vez movimiento en línea recta, dicho movimiento modifica la estructura interna del mundo de los átomos, dando validez a que el átomo posee una forma y mostrando desde su origen la contradicción del concepto de átomo. Epicuro fue el primero en comprender a grandes rasgos, la contradicción esencial del concepto del átomo, la relación contradictoria entre vacío y materia.

2.1 Las cualidades del átomo

Afirmar que el átomo tiene cualidades constituye otra de las contradicciones al interior del concepto, porque, como dice Epicuro, toda cualidad es variable, y los átomos se creían inmodificables. Es una consecuencia necesaria de dicho concepto atribuirle cualidades, porque al dar por hecho que existen varios tipos de átomos que se diferencia entre sí, al caracterizar dichas diferencias terminan atribuyéndole cualidades. “A través de las cualidades el átomo adquiere una existencia que se opone a su concepto, es puesto como ser alineado, diferente de su esencia, esta contradicción constituye el interés supremo de Epicuro.” (Marx, 1971, p. 45).

Demócrito, en cambio, no considera en ninguna parte las cualidades con relación al átomo mismo y no pone interés en la contradicción entre el concepto y la existencia. Pero si presenta cualidades representadas en lo concreto, es decir que las cualidades de los átomos aparecen sólo para diferenciarlos en los fenómenos, y no atribuidas al átomo mismo. Aunque la escuela Aristotélica entre otras subestimó a los atomistas por no explicar el movimiento original de los átomos, los atomistas sabían que la causa son los principios, y dieron al movimiento como simplemente dado. Los atomistas Leucipio y Demócrito hicieron preguntas mecanicistas y dieron respuestas mecanicistas. Al respecto señalan Lederman y Teresi (2001):

Quando “preguntaban «¿por qué?»», querían decir: ¿cuál fue la causa de un suceso? Cuando los que vinieron tras él —Platón, Aristóteles y demás— preguntaban «¿por qué?» buscaban el propósito de un suceso. Desafortunadamente, este último curso de indagación, decía Russell, «suele conducir, más antes que tarde, a un Creador o, al menos, a un Artífice». Debe dejarse entonces a este Creador sin explicación, a no ser que se proponga un Supercreador, y así sucesivamente. Esta forma de pensar, decía Russell, llevó a la ciencia a un callejón sin salida, donde quedó atrapada durante siglos. (p. 77)

2.2 Retomando a Demócrito

En 1743 nace en Paris Lavoisier quien más tarde mostraría a los químicos la importancia de medir cuidadosamente, además demostró la ley de conservación de la masa, estableciendo las bases de la nomenclatura química moderna y en 1789 escribe el primer texto de química, que contenía una lista de los elementos conocidos hasta el momento, sustancias que no habían podido ser descompuestas en otras más simples “esa lista contendría los átomos a la Lavoisier” (Flores, 1987, p.18). La ley de las proporciones múltiples establecida por Proust plantea que todos los compuestos químicos contienen elementos en ciertas proporciones bien definidas, el método usado para producir dichos compuestos resulta independiente de la proporción. Lo anterior abre el camino a los trabajo de Dalton y se recuerda como el primer triunfo científico de la teoría atómica.

En 1808 Jhon Dalton publica “El nuevo sistema de Filosofía Química” reconocido en la actualidad como el primer libro que de forma explícita enumeraba una teoría atómica de la

materia, el átomo de Dalton: Sólidos, indivisibles, incompresibles y completamente homogéneos, es decir no tienen huecos en su interior, los átomos conservan sus características durante las reacciones químicas, Dalton además calculó los pesos atómicos de los elementos definidos por Lavoisier, hecho que convirtió la química en atomista. La unión entre Demócrito y Lavoisier, lograda por Dalton, fue aceptada en el mundo de los químicos, pero no en el de los físicos. El químico Berzelius demostró en repetidas ocasiones la ley de Proust y con ello reafirmaba la teoría atómica construyó una lista de pesos atómicos donde sugirió usar la inicial del nombre en latín, así para Oxígeno O, Hidrógeno H y el azufre S, pero confundido siempre entre átomos y moléculas, circunstancia que caracterizó a los químicos a mediados del siglo XIX. Dichas discusiones llevaron a la realización de un congreso internacional de científicos, que contó con la participación de Dimitri Mendeleev, entre otros. Mendeleev luego de escuchar atentamente en el marco del congreso al químico Italiano Cannizzaro, a su regreso a Rusia se dio cuenta de una periodicidad notable al ordenar los elementos de acuerdo a su peso atómico, al respecto señala Flores (1987):

La valencia del átomo – capacidad fija de cada elemento para combinarse con otros- subía y bajaba periódicamente. Si se colocaban los elementos en filas y columnas, siempre con átomos de igual valencia en la misma columna, se generaba una tabla periódica de los elementos. Las propiedades químicas de elementos en la misma columna resultaban muy semejantes entre sí. Tan grande era la fe de Mendeleev en su arreglo periódico de los átomos, que para ajustarse a él dejó huecos en su tabla y describió las propiedades químicas que tendrían los átomos que llenarían tales huecos. (p. 19 - 20)

Las ideas de Leucipio, Demócrito y Epicuro, esta vez en Dalton ya no sonaban tan “absurdas” para la época. En mayo de 1869 Mendeléev anunciaba ante la Sociedad Rusa de Química la Formulación de su ley: “los elementos, ubicados de acuerdo a los pesos atómicos, presentan una clara periodicidad de propiedades” con la cual logró elaborar la Tabla Periódica, que luego se impondría, gracias a su capacidad “predictiva”. Una de las ideas que dirigían las investigaciones de Mendeléev era la de la unidad del mundo material y la conexión y condicionalidad recíproca de los fenómenos de la naturaleza y al descubrir que las características de los diferentes tipos de átomos dependen de acumular cierto número de partículas, se da a su

ves validez a la ley del materialismo dialéctico que acumulados cuantitativos generan cambios cualitativos y viceversa, al igual que reafirmar que el desarrollo y el cambio son inherentes a la materia, resulta interesante porque a pesar de la gran importancia para la ciencia de la tabla periódica, Mendeléyev se negó a creer en el electrón y la radiactividad, aun no era una certeza la existencia del átomo y si existían ¿cómo eran? ¿qué eran?

El invento del espectroscopio, elaborado por los científicos alemanes Bunsen y Kirchhoff, fue pieza clave para descubrir los elementos que llenaran los huecos en la tabla de Mendeléyev. La espectroscopia consistía en calentar ciertas sustancias, la luz emitida se hacía pasar a través de un prisma, y se podía observar el espectro característico de la sustancia. El espectro es la característica de cada átomo, como su huella digital. Uno de los objetivos de la teoría atómica moderna fue comprender las huellas digitales de los átomos.

2.3 Empieza la experiencia a viajar al interior del átomo

El 8 de Noviembre de 1895 Wilhelm Roentgen experimentando con descargas eléctricas en un tubo de vidrio al vacío, vio una luz en la oscuridad, en diciembre de 1895, publicó los resultados de sus experimentos: cuando un haz de rayos catódicos choca con la pared de vidrio de un tubo de descarga, esta pared flourece y emite una radiación de propiedades sorprendentes, en la actualidad Roentgen es conocido como el descubridor de los Rayos X, nombre dado por el mismo, era evidente su existencia tal que su descubridor hizo una radiografía de la mano de su esposa, pero no pudo explicar su naturaleza y percibir que empezaba un larguísimo viaje que transformaría la historia humana.

Henri Becquerel al oír hablar de los Rayos X, empezó a probar con varias sustancias fluorescentes con el fin de descubrir si estas también emitirían Rayos X, al probar con una sal de uranio (sulfato doble de Uranio y de Potasio), la idea era exponerlas a la luz solar para que ésta estimulara la fluorescencia y fuera posible observarla en una placa fotográfica, pero la ciudad de París se encontraba en invierno y Becquerel se vio obligado a guardar la sal sobre la placa dentro de su escritorio, luego del invierno, Becquerel al sacar su experimento del escritorio, revela la placa esperando pocos rasgos de fluorescencia, debido a la falta de luz solar, pero encuentra algo magnífico, la placa fotográfica mostraba una imagen nítida, que no podía provenir de la fluorescencia, no en la oscuridad de su escritorio, Becquerel acababa de recibir un mensaje desde

el interior mismo de la materia, fenómeno que en la actualidad conocemos como Radiactividad y no podemos mencionarlo sin recurrir a la valiente Maria Curie.

Y es que la figura de Madame Curie tiene todos los atributos del arquetipo heroico en la historia de la ciencia: originaria de un país oprimido, de una familia con dificultades económicas – debidas en gran parte a la opresión política-, con una enorme fuerza de voluntad que le permitió ser casi una autodidacta. Su vida en París, sus desmayos a causa del hambre, sus vestidos descuidados, la convirtieron con justicia en una heroína de novela. A lo cual contribuyó, naturalmente, el hecho de ser mujer en un ambiente donde las mujeres se veían rara vez, salvo en el papel de consortes. (Modelo, L. y Rudellí, M., 1996, p. 23).

Maria Curie reconocida por sus trabajos en el campo de la radiactividad, descubrió dos elementos nuevos: el Polonio y el Radio, empezó estudiando las propiedades de los rayos de Uranio, por medio de la capacidad que tenia para descargar cuerpos cargados eléctricamente, al igual que Becquerel empezó a indagar si otras sustancias serian capaz de emitir los inexplicable rayos, encontró que el Torio emitía una radiación similar, lo que suponía que la radiactividad no era algo solo y exclusivamente del Uranio, sino un fenómeno más general, el descubrimiento del Polonio y el Radio, llevaron a la radiactividad a establecerse como uno de los temas primordiales en la investigación científica. “La energía de los núcleos atómicos es tan vieja como la tierra misma” (Hewitt, 2007, p.619) el calor de la tierra que calienta los manantiales, que produce géiseres o volcanes, proviene de la energía nuclear, que es la radiactividad de los minerales en el interior de la tierra.

Hasta el momento -explica Marie en 1900- siempre donde hay electricidad hay materia, los rayos catódicos son cargas de electricidad y ello lleva a pensar que son materiales ... La materia radiactiva sería, por consiguiente, materia a punto de romperse (...) En la materia radiactiva si hay algo que se modifica a la fuerza es el átomo. (Club de Amigos de la Unesco, 2010, p. 173)

2.4 Las partes del sin partes.

En 1896, después de las reacciones provocadas por los rayos X, J.J Thomson, quien fuese en esa época el director del laboratorio Cavendish de Cambridge, emprendió la investigación sobre el por qué la radiación de Roentgen podía convertir en conductor el aire a través del cual pasaba, para ello contrató a Ernest Rutherford, de origen campesino, quien se habría graduado con excelentes notas en el Nelson College y en el Canterbury College, quien recibió la noticia de la beca en Cambridge mientras trabaja en la granja de sus padres, trabajo junto a Thomson año y medio y luego se traslado a la Universidad McGill en Montreal - Canada, para profundizar en el elemento radiactivo Torio.

J.J Thomson, en 1897 demostró que los rayos catódicos eran desviados por una campo eléctrico y también por un campo magnético, midió la velocidad de los rayos catódicos, diez veces que la velocidad de la Luz, los rayos catódicos no podían ser luz, definitivamente eran partículas, Thomson concluye que transportaban carga eléctrica negativa, más tarde gracias al experimento de la gota de aceite de Millikan se comprueba que son la unidad fundamental de carga, la “carga unidad” y se les da el nombre de electrones, los electrones de Thomson aclaraban la naturaleza de la electricidad: “la electricidad es sólo electrones que pasan”, y además ayudan a Thomson a sugerir un modelo atómico que indiscutiblemente debía tomar en cuenta al electrón, en éste modelo los electrones estaban dentro del átomo el cual debía ser neutro, esto pudo explicar en su momento la formación de iones, positivos y negativos, y sobre todo le aparecía una parte al átomo de Dalton único e indivisible.

El descubrimiento revolucionario de que el átomo está compuesto de partículas más pequeñas acabaría definitivamente con la vieja idea de la inmutabilidad e indivisibilidad del átomo . Años después, correrían la misma suerte una tras otra de las partículas y subpartículas que irían apareciendo en la búsqueda infructuosa de la “última”. Idea ésta que venía encarnada en la teoría mecanicista de los elementos químicos y de los átomos , en oposición a la cual el materialismo dialéctico venía considerando que no hay partículas “últimas” de la materia en el sentido de ladrillos absolutamente simples e individuales del universo. Lenin había puesto en guardia contra tales intentos, subrayando que “el electrón es tan inagotable como el átomo” y que la naturaleza es infinita en todas sus manifestaciones y formas .

2.4.1 El electrón.

Ambar, una resina fósil de color amarillo pardo que estudiaron los antiguos griegos, cuando se frotaba con un trozo de tela, podía atraer objetos como hebras de paja, de allí el termino electrón, este fenómeno, conocido como el efecto ámbar, permaneció como un misterio durante casi 2000 años. William Gilbert, a finales del siglo XVI, encontró otros materiales que se comportaban como el ámbar, a los que llamó “eléctricos”. El concepto de carga eléctrica surgiría con los experimentos que realizó el científico y político estadounidense Benjamín Franklin (Hewitt, 2007) , casi dos siglos después J.J Thompson en 1881 comenzó trabajos de investigación motivado por los experimentos de Crookes sobre rayos catódicos, ya que J.J no era partidario de que las ecuaciones de Maxwell definieran la propagación de las ondas electromagnéticas en el vacío, se mostró motivado por explicar en qué consistían las cargas eléctricas en la teoría de Maxwell y su comportamiento ante un campo magnético. Hasta 1895 el “electrón libre” era una hipótesis y J.J estudiaba la estructura de la radiación emitida por las sustancias radiactivas. Sobre el electrón Modelo y Rudelli (1996) señalan:

Todos iguales, salieran del hidrógeno o vinieran de cualquier otro elemento, lo cual permitía sospechar que no sólo eran partes de los átomos, sino que eran partes de todos los átomos. Eran, por lo visto, una pieza constituyente de la materia. Fíjense qué cambio para el status de la electricidad: de ser un fenómeno especial, particular, y, si se quiere, lateral, se transformó en algo central, en un fenómeno implicado en la esencia misma de la materia y que buena parte de la naturaleza del mundo resultaba ser eléctrica. (p. 83)

2.4.2 El protón.

Debido a que los átomos son eléctricamente neutros, debería existir una carga positiva que neutralice la carga de los electrones, además la masa total de los átomos es muchos más grande que la de los electrones, es decir que era necesario precisar el lugar donde se encontraban la carga y la masa que hacían falta, sin embargo el modelo atómico de Thompson una esfera de carga positiva con los electrones incrustados resultó razonable, hasta que Rutherford bombardeó una lámina de oro con partículas alfa, encontrando que la mayoría atraviesa la lámina sin presentar desviación pero las que se desviaban parecían chocar contra algo grande y pesado.

Rutherford propuso el modelo atómico del sistema solar en miniatura (un núcleo en el centro y los electrones girando alrededor, esto permitía explicar por qué se repetían las propiedades de los electrones en la tabla periódica) y en 1919 demostró que el núcleo estaba compuesto de partículas y dio el nombre a los protones, que significa “los primeros”, que poseen carga eléctrica positiva, es decir igual a la del electrón pero con signo contrario, lo cual equilibra las cargas electrónicas y de ahí el átomo neutro, los protones son 1.836 veces más masivos que un electrón, cada elemento químico tiene un número de protones característicos, es decir los protones le dan identidad al átomo, los átomos son distintos porque sus núcleos son distintos, cada elemento de la tabla periódica tiene un número de protones que lo identifican el llamado “número atómico”.

William Crookes, físico inglés quien descubrió los rayos catódicos, en 1900 anuncia a la Royal Society de Londres, que mediante un procedimiento químico consiguió quitarle la radiactividad al uranio, este quedaba inerte luego del procedimiento, Crookes le da el nombre de “Uranio X”, Becquerel luego de un tiempo confirma el fenómeno anunciado por el físico inglés y añade que el uranio tras un tiempo de perder su radiactividad la recuperaba y volvía hacer radiactivo. En Montreal a Rutherford y Frederick Soddy les ocurrió lo mismo con el Torio y la nueva sustancia “Torio X”, Soddy para buscar una explicación enunció que de alguna forma el “Torio X” surgía de adentro del mismo Torio. Lo anterior mostraba viable la transmutación y estos sí que hizo tambalear los principios de la ciencia, muchos se sintieron reencarnados en alquimistas, la experiencia estaba llevando a un caos al que todavía no se le encontraba orden, a pesar del arduo y abnegado trabajo de muchos científicos, se hacía necesario seguir penetrando en la materia.

Rutherford se dio cuenta en medio de un estudio exhaustivo del Uranio y el Torio con un imán, que existían dos tipos de rayos: hay presentes por lo menos dos tipos distintos de radiación, una que es absorbida fácilmente, que llamó alfa, y otra más penetrante que denominó beta, fue fácil encontrar la naturaleza de los rayos beta debido al acumulado de conocimiento de los rayos catódicos por parte de Thompson y Becquerel es decir eran electrones de alta velocidad. Rutherford se dedicó con disciplina, característica de los científicos, al estudio de los rayos alfa, las meticulosas mediciones mostraban que la naturaleza de los rayos alfa eran partículas más pesadas que el electrón, en 1908 logra demostrar que eran átomos de helio desprendidos de sus electrones, núcleos de helio en la actualidad. Las partículas alfa son usadas

por Rutheford para bombardear una lamina de oro de 5 diezmilésimas de milímetro y observa que la mayoría de las partículas alfas atraviesan la lamina sin ninguna desviación, este acontecimiento presentará a la historia un nuevo modelo atómico, que revolucionaría el conocido “pastel de frutas de Thompson”, el modelo atómico de Rutheford obviamente contiene el núcleo atómico, este había sido demostrado por él, además asegura que la mayoría de la masa del átomo se encuentra en su núcleo que ubica en el centro y lo caracteriza muy pequeño y de carga eléctrica positiva. En el conocido “modelo planetario de Rutherford” los electrones giran alrededor del núcleo con “órbitas circulares”, pero ante la teoría electromagnética de Maxwell, el modelo atómico de Rutheford no funciona, se derrumba, es decir el electrón al girar debe producir ondas electromagnéticas, si las produce pierde energía y se pierde energía no podíamos creer que este bello modelo planetario tendría al electrón dando vueltas para siempre, es aquí donde en esta importante revolución científica, entra Niels Bohr en 1913 aporta de manera sustancial al modelo planetario, y a una concesión nueva, planteando la necesidad de cambiar la teoría, esta debería ser acorde a lo que la práctica mostraba, Bohr desarrolló el modelo planetario de acuerdo a cuatro postulados fundamentales:

El primer postulado señala que: los electrones orbitan el núcleo del átomo en niveles discretos y cuantizados de energía, es decir, no todas las órbitas están permitidas, tan sólo un número finito de éstas. El segundo postulado afirma que: los electrones pueden saltar de un nivel electrónico a otro sin pasar por estados intermedios. El tercer postulado: El salto de un electrón de un nivel cuántico a otro implica la emisión o absorción de un único cuanto de luz (fotón) cuya energía corresponde a la diferencia de energía entre ambas órbitas. El cuarto postulado señala que: las orbitas permitidas tienen valores discretos o cuantizados del momento angular orbital. (Tipler, 2003)

Max Planck físico alemán uno de los pioneros de la teórica cuántica que establecía que la emisión de energía no se realizaba de manera continua como se creía desde hace muchísimos años, sino que esta emisión debería ser por saltos, mediante paquetes o “cuantos de energía”, postulado con el cual Planck logró explicar el fenómeno de emisión del cuerpo negro.

Einstein en 1905 utilizó la misma hipótesis para explicar el efecto fotoeléctrico, el modelo atómico de Bohr se nutria de estos resultados de manera asombrosa y contundente a la

luz de la Comunidad científica de la época, dejando al electrón girando pero no por ello debía irradiar, pone a los electrones en cintura delimitando las órbitas donde pueden girar, cada una de estas órbitas corresponde a una cantidad fija de “cuantos de energía” y la emisión de luz se produce del salto del electrón de una órbita más energética a una menos energética, el modelo planetario de Rutherford, se salvaba violando las leyes clásicas de la física.

2.4.3 El neutrón.

Debido a la fuerza de repulsión entre protones por tener todos carga positiva, si se dejaran solos saldrían disparados con una aceleración tal que en menos de un millonésimo de segundo alcanzarían la velocidad de la luz, en 1920 durante una conferencia Rutherford hizo referencia a la existencia de una partícula en el núcleo atómico parecida al protón pero sin carga eléctrica. James Chadwick, debido al “supuesto” de una partícula neutra que solucionara una dificultad teórica de la época, a medida que los núcleos atómicos crecían ¿cómo era posible que los protones permanecieran juntos en el diminuto espacio? además de la fuerza nuclear fuerte, se necesitaba al neutrón una partícula similar a los primeros (los protones), pero sin carga eléctrica. En 1930 gracias a Irene Curie, se anuncia que la radiación del berilio era tan fuerte que arrancaba protones del agua, parafina y el celofán. Para lo cual era necesario partículas neutras capaces de penetrar sin inconvenientes a los núcleos, el neutrón permite profundizar en el núcleo atómico, ya que si se bombardea un núcleo con un protón este sentirá el rechazo de las cargas del núcleo, con los neutrones no exista ese problema por el contrario se convirtieron en la posibilidad de penetrar profundamente la materia, son los responsables de los procesos de fisión nuclear, utilizados para bombardear los núcleos, transmutarlos y volverlos radiactivos. La masa de un neutrón es 1838.6 veces la del electrón, es decir más masivos que el protón, el número másico del átomo es la suma de protones y neutrones, cuando se agregan o se quitan protones cambiamos el elemento químico, cuando se agregan neutrones el elemento no cambia su identidad pero si su núcleo, se llaman isótopos dos núcleos con el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones, “casi todos los elementos naturales existen en diferentes formas isotópicas. Artificialmente se han fabricado isótopos de casi todos los elementos, simplemente agregándoles o quitándoles neutrones. Los Isótopos son variedades de un mismo elemento” (Modelo & Rudellí, 1996, p. 91).

Los neutrones dan al núcleo atómico fuerza nuclear fuerte sin rechazo eléctrico, que mantiene unidos los núcleos garantizando la existencia de los átomos y la estabilidad de la materia. Casi toda la masa del átomo se encuentra en el núcleo, el cual es insignificante si se compara con todo el tamaño del átomo. El volumen del núcleo atómico es 10^{-14} del volumen total del átomo, su densidad es cien millones de millones de veces la densidad del agua.

2.5 La Física cuántica

La maravillosa paradoja a finales del siglo XIX donde no se dudaba en darle a la materia naturaleza corpuscular y a su vez era innegable su naturaleza ondulatoria, luego de la catástrofe ultravioleta (surge de estudiar la radiación electromagnética de un cuerpo negro, uniendo la teoría electromagnética y la mecánica estadística clásica se encontró que mientras mayor sea la frecuencia de las ondas; mayor es la energía emitida por el cuerpo negro lo cual no concuerda con lo que se observaba experimentalmente), Planck presenta su idea revolucionaria, basada en que la radiación no se produce de forma continua, sino que está cuantizada, es decir, es siempre un múltiplo de una cantidad indivisible, la aplicación de la idea de Planck condujo al nacimiento de la física cuántica. Postulando que la materia no puede emitir energía radiante más que por cantidades finitas proporcionales a la frecuencia y aplicando la formulación estadística de la entropía, esta idea fue la que obligó a mover las ideas generales de la física clásica, ya que la discontinuidad puso en crisis los postulados de la física clásica. La mecánica cuántica se vio fortalecida por la explicación del efecto fotoeléctrico de Einstein y por las posiciones en 1927 de Heisenberg (con “el principio de incertidumbre” el cual establece que es una imposibilidad atribuir a una partícula subatómica en un instante dado una posición y una velocidad determinadas, el principio de indeterminación se refiere a la naturaleza de la partícula y no a la imperfección en la medición) y Bohr (la complementariedad significa poner punto final al dualismo onda-partícula, tratando de interpretar ambos aspectos como complementarios de una sola y misma realidad). La mecánica cuántica obliga a ver la naturaleza como la relación sujeto-objeto y al mismo tiempo sirviéndose de los “principios” de incertidumbre e indeterminación varios físicos mostraron afinidad con la postura idealista y negaron la existencia de la causalidad. Se denominó “escuela de Copenhague” al grupo que constituiría en 1925 la mecánica matricial, aceptando rotundamente la discontinuidad absoluta de los fenómenos físicos y del electrón, la

interpretación de Copenhague fue abierta a la hora de mostrar las diferencia con Schrödinger quien se mostró partidario de la dualidad onda-partícula establecida en 1924 por De Broglie quien en 1926 propone una explicación diferente a los mismos desafíos conceptuales, se conoció como mecánica ondulatoria de ahí que la ecuación de Schrödinger sea:

La ecuación fundamental que describe cómo evoluciona la función de onda, o sea, permite calcular todos los posibles estados de un sistema físico a medida que transcurre el tiempo. Pero la interpretación que se da en términos de función de onda y probabilidad no es de Schrödinger, quien en realidad nunca la aceptó. Junto con Einstein, Schrödinger fue, posteriormente, un crítico severo de la interpretación de Copenhague y no cambió su postura hasta la muerte. (Hacyan, 2000, p. 47-48)

La interpretación de Copenhague no implica que no exista una realidad objetiva, sino que la manifestación de esa realidad tiene siempre un componente subjetivo, lo que resalta relación dialéctica entre las categorías de sujeto y objeto, para el materialismo dialéctico la materia es pues la categoría más general, no existe un concepto más amplio que éste, por lo tanto la categoría de materia sólo puede ser definido en relación con su opuesto el de la conciencia, “el contenido de cualquier categoría del materialismo dialéctico sólo puede ser descubierto en sus relaciones con otras categorías” (Arjiptsev, 1966, p. 14). En el trabajo de Planck sobre la radiación del cuerpo negro, en el trabajo de Einstein que explica el efecto fotoeléctrico donde un rayo de luz arranca electrones de un superficie metálica, aparece la constante de Planck: $E = h\nu$, la energía del fotón (la partícula de la luz) y la frecuencia ν se relaciona a través de la constante de Planck, el valor que se necesito para ajustar los resultados del experimentos del cuerpo y negro y del efecto fotoeléctrico fue el mismo:

$$h = 6,628 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

Louis De Broglie en 1924 publica su tesis doctorado y sostiene que a cada partícula se le debe asociar una onda, dando origen a la dualidad onda-partícula. Schrödinger agregó que la relación de De Broglie es válida para cada partícula, esto dio explicación a los espectros atómicos, ya que las órbitas estacionarias que propuso Bohr para salvar el modelo atómico de Rutheford, serian

aquellas para las cuales un número entero de longitudes de onda pudieran acomodarse en el perímetro de la órbita, lo cual es posible para ciertos valores de la longitud de onda, del momento lineal y de la energía. Los valores cuantificados para la energía dio explicación a los espectros atómicos. La dualidad onda-partícula condujo a Werner Heisenberg a postular el principio de incertidumbre, el producto de la indeterminación del momento lineal por la incertidumbre en la posición es una cantidad del orden de h , la constante de Planck dividida por 2π :

$$\hbar = h / 2\pi$$

Este principio también impide tener valores precisos para la energía de un sistema cuántico y el tiempo en que dura; para poder obtener el valor de la energía, sería necesario hacer un proceso de duración infinita, cambios grandes de energía ocurren durante tiempos muy pequeños. Cuando la masa de las partículas es tan pequeña como la del electrón las explicaciones de física clásica pierden validez, la trayectoria conocida en cinemática desaparece para el electrón, a esta escala es la función de onda de Schrödinger las que describen a la partícula, Max Born añadió a esta explicación que la onda que acompaña la partícula da la probabilidad de encontrarla, donde la onda sea nula será imposible encontrarla, y donde la amplitud de esa onda sea diferente de cero será posible hallarla entre mayor amplitud, mayor probabilidad de hallar la partícula en dicha región del espacio. .

La teoría de Schrödinger para el átomo de Hidrógeno resultó gratificante hasta que los físicos alemanes Stern y Gerlach hicieron un experimento que consistía en hacer pasar un haz de átomos de Hidrógeno entre los polos de un imán no simétrico y el haz se partió en dos lo que significaba que el átomo tiene propiedades magnéticas, de ahí que se le asociara al electrón un momento magnético como el de los cuerpos en rotación, a esta rotación propia de la partícula se le llama espín (del inglés spin= giro). Los resultados del experimento también dieron dos posibles orientaciones del espín del electrón hacia arriba= $\frac{1}{2}$ y hacia abajo= $-1/2$.

Antimateria y Neutrino.

Paul Dirac en 1927 encontró una ecuación que respeta los principios de la teoría de la relatividad explicando el comportamiento del electrón, dicha ecuación predijo varios resultados

experimentales y además tenía dos soluciones, una solución equivaldría a una partícula de carga negativa y otra de carga positiva, la partícula de carga negativa obviamente era el electrón, inicialmente se pensó que la partícula de carga positiva era el protón, pero la diferencia en sus masas hizo al protón descartable, Dirac predijo que la partícula debía ser de las mismas propiedades del electrón pero con carga positiva. En 1932 Carl D. Anderson estudiando los rayos cósmicos y usando una cámara de niebla encontró el antielectrón o positrón, demostrando que cada partícula debe tener su antipartícula, con sus cargas opuestas y sus movimientos rotatorios invertidos. Paul Dirac consideró la mecánica cuántica como una extensión de la mecánica clásica y no como una separación contundente de ésta y reconoció el problema de acercar la teoría cuántica y la relatividad.

La diferencia de carga y de spin se trata de una oposición violenta, cuando partícula y antipartícula se encuentran se aniquilan mutuamente, se convierten en radiación gamma. Es posible el proceso inverso, por ejemplo si un rayo gamma emitido por el cobalto 60 se encuentra con un átomo de plomo, la energía del rayo gamma se convierte en un electrón y un antielectrón, las antipartículas existen pero en muy poco tiempo se encuentran con las partículas y se aniquilan, estas reacciones de aniquilamiento son destructivas, rápidas y altamente energéticas. Las partículas y antipartículas no se aniquilan en gran escala debido a que hay muy pocas antipartículas ya que estas fueron aniquiladas a gran escala en los primeros momentos del universo.

El principio de conservación de la energía se vio amenazado cuando en la desintegración radiactiva concretamente en la beta, el cálculo final de la energía mostraba un valor diferente al inicial, Wolfgang Pauli salvo el principio de conservación de la energía, sugiriendo que durante la desintegración beta la energía que faltaba se encontraba en la emisión de otra partícula el neutrino (pequeña cosa neutra), partícula a la que se le atribuye el poder atravesar el planeta Tierra de lado a lado con la facilidad con que la luz atraviesa un medio transparente, es decir que el neutrino interactúa casi de manera despreciable con cuerpos como nosotros o los que nos rodean.

En 1926 Enrico Fermi fue contratado como Docente de la Universidad de Roma cuando Italia estuvo al mando de Benito Mussolini, Fermi se graduó en 1922 en Pisa y realizó su trabajo posdoctoral con Born, e intentó persuadir en 1932 a Ettore Majorana para que publicará el descubrimiento del núcleo formado por protones y neutrones, se cree que Majorana pronosticó

la tragedia en la que terminaría la teoría nuclear y decidió desaparecer, finalmente Fermi pudo publicar los resultados de Majorana en Julio de 1932 con la condición de que fueran atribuidos a un profesor de Ingeniería. El primer reactor Nuclear fue de Fermi en la cancha de squash de la Universidad de Chicago y por ello fue tenido en cuenta para la bomba atómica. Fermi para explicar la energía de la desintegración beta y la vida media de las partículas; la distribución de energías del electrón (que aparecía durante la emisión como en el fotón), para conseguir la explicación Fermi supuso al neutrino casi sin masa, con espín igual al del electrón y con una mínima interacción con otras masas, lo anterior necesitó de una nueva Fuerza a la que se llamo débil debido a su comparación con la Fuerza electromagnética (si le damos un valor de 1 a la fuerza electromagnética, la fuerza nuclear es 100 veces mayor; la débil toma el valor de 10^{-11} y la fuerza de atracción gravitatoria toma un valor 10^{-36} veces menor que la electromagnética), sólo hasta 1956 los físicos Reines y Cowan encontraron evidencias de reacciones de neutrino que se originaban en un reactor nuclear, Pauli estaba vivo cuando se encontró al Neutrino, pero Fermi no, ya que falleció 2 años antes.

2.6 La Bomba Atómica

Se dice que la fórmula sobre la equivalencia de la masa y la energía de Einstein ($E= mc^2$) trajo como consecuencia usar grandes cantidades de energía para crear partículas con masa, esta es hoy la base de los aceleradores de partículas incluido el más famoso (la Organización Europea para la Investigación Nuclear (nombre oficial), comúnmente conocida por la sigla *CERN* dónde la comunidad científica mundial trabaja arduamente por encontrar los retos que impone la materia y la física en la actualidad, entre ellos la construcción de una ley fundamental de la naturaleza. La fórmula de Einstein también permitió descubrir que existía otra forma para que un núcleo entregara energía además de los procesos radiactivos, por ejemplo cuando un núcleo de Uranio se parte en dos libera impresionante cantidades de energía “lo más poderoso dentro de lo más pequeño”. Lise Meitner llamada por Einstein “nuestra Madame Curie” en 1934 propone a Otto Hahn y Fritz Strassman dirigir haces de neutrones de velocidad baja hacia núcleos de uranio (el más pesado de los elementos) fue sorpresivo encontrar bario y no poderlo separar, esto motivo a Lise a imaginar la ruptura del núcleo, algo que el momento parecía o resultaba ante la comunidad científica como imposible (por la cantidad de energía necesaria), sin embargo la

ruptura se había producido, el núcleo de Uranio absorbió un neutrón y se había desestabilizado (rompió la fuerza fuerte) y se dividió en dos partes, a dicho fenómeno lo llamó fisión, aunque Madame Meitner nunca estuvo de acuerdo con la construcción de una bomba nuclear fue quien abrió el camino a la producción científica más destructiva hasta el momento. Otto Hahn usurpó el trabajo de una de las mujeres más brillantes de Alemania y por eso Lise Meitner nunca fue reconocida con el premio Nobel, vivió asilada, huyendo del nazismo, el elemento 109 de la tabla periódica es honor a ella: el Meitnerio, murió en Cambridge y en su tumba hoy se puede leer: “Lise Meitner, una física que nunca perdió su humanidad” este epitafio sugiere que existieron físicos que si perdieron la suya. (Club de amigos de la Unesco, 2010)

El proyecto Manhattan es sin duda el ejemplo más significativo de que la ciencia es fenómeno de la cultura y que los descubrimientos científicos responden a condiciones políticas y económicas, el 9 de octubre de 1941 Roosevelt decide poner los recursos necesarios para construir “el arma más poderosa que jamás existió”, proyecto que involucraría a casi 150 mil personas con un costo de dos mil millones de dolares bajo la dirección del Físico Oppenheimer el 16 de julio de 1945 la bomba estaba lista para ser probada y las consecuencias para la humanidad hasta la fecha las sufre en posibilidad real y latente de autodestrucción por la construcción de armas nucleares que podrán usarse en el transcurso de conflictos políticos entre países.

Es evidente que la invención de las nuevas armas, especialmente la de las armas termonucleares, ha cambiado fundamentalmente la estructura política del mundo. No sólo ha sufrido un cambio decisivo el concepto de naciones o estados independientes, puesto que cualquier nación que no se halle en posesión de tales armas tiene que depender de alguna manera de las pocas que las producen en grandes cantidades; sino que también cualquier intento bélico en gran escala con semejantes armas significa, prácticamente, una absurda forma de suicidio. (Heisenberg, 1959, p. 161 – 162)

La bomba atómica además de ser uno de los actos más infames producto del pensamiento científico en respuesta a intereses particulares, en este caso del imperio norteamericano es la prueba que la neutralidad del científico no solo es falsa, sino imposible, la energía contenida en unos gramos de masa puede generar progreso y seguridad, o como ocurrió con la bomba

nuclear, reventar las calles y sus conducciones de agua, gas y electricidad de dos grandes ciudades, calcinando y desgarrando los cuerpos de centenares de miles de niños, adultos y ancianos. La explosión de la bomba atómica ha sido documentado, criticado, defendido y excusado como un acto de buena voluntad que pretendió acabar con el nazismo liderado por Hitler en la segunda guerra mundial y el imperio japonés, Szilarda en 1937 llegó a los Estados Unidos “comprendió” la importancia de construir la bomba antes de que lo hiciera Hitler, en 1939 Bohr publicó un trabajo donde señalaba cómo el Uranio 235 se fusionaba con facilidad y con alto rendimiento. La comunidad científica de la época se dividió sobre la construcción de una bomba atómica, el 19 de agosto de 1943 se firmó el acuerdo de Quebec, que iba a regir la colaboración entre Inglaterra y los Estados Unidos de América, para la construcción de la Bomba, este fue el primer tratado atómico internacional, las historias y las posturas conspirativas han dado para un gran número de novelas y publicaciones literarias, sin embargo la comunidad científica no ha tomado el asunto con seriedad y en esencia continua distanciada de la construcción de una ética científica; insisten en una neutralidad, mientras el modelo económico para sostenerse a pesar de su evidente crisis usufructúa de la ciencia aplicaciones de ingeniería militar (armas biológicas y nucleares), la construcción de un modelo económico que no se base en la explotación del hombre por el hombre pasa por la inminente intervención de la comunidad científica, esta se encuentra cada vez más alejada de la construcción de una ética que pretenda salvar a la humanidad de sus potencialidades destructivas, ya que la cualidad del ser humano que lo lleva a identificarse con una clase es “metafísica” y esta no tiene aún lugar en la teoría epistemológica empirista, el modelo de todo pensamiento neopositivista consiste en que el pensamiento y palabra se haga producto, mercancía de libre comercio, donde se justifica y se sostiene que la ventaja de la matemática consiste en realizar complejas operaciones lógicas sin que realmente se efectúen todos los actos mentales en que se basan los símbolos matemáticos y lógicos, al respecto Horkheimer (1973) señala:

Semejante mecanización es un efecto esencial para la expansión de la industria; pero cuando se vuelve rasgo característico del intelecto, cuando la misma razón se instrumentaliza, adopta una especie de materialidad y ceguera, se torna fetiche, entidad mágica, más aceptada que experimentada espiritualmente. ¿Cuáles son las consecuencias de la formalización de la razón? Nociones como las de justicia, igualdad, felicidad,

tolerancia que, según dijimos, en siglos anteriores son consideradas inherentes a la razón o dependientes de ella, han perdido sus raíces espirituales. Son todavía metas y fines, pero no hay ninguna instancia racional autorizada a otorgarles un valor y a vincularlas con una realidad objetiva. Aprobadas por venerables documentos históricos, pueden disfrutar todavía de cierto prestigio y algunas de ellas están contenidas en las leyes fundamentales de los países más grandes. Carecen, no obstante, de una confirmación por parte de la razón en su sentido moderno. ¿Quién podrá decir que alguno de estos ideales guarda un vínculo más estrecho con la verdad que contrario? Según la filosofía del intelectual moderno promedio, existe una sola autoridad, es decir, la ciencia, concebida como clasificación de hechos y cálculo de probabilidades. La afirmación de que la justicia y la libertad son de por sí mejores que la injusticia y la opresión, no es científicamente verificable y, por lo tanto, resulta inútil. En sí misma, suena tan desprovista de sentido como la afirmación de que el rojo es más bello que el azul o el huevo mejor que la leche (p.7)

2.7 El quark

Los primeros intentos de unificación entre las teorías de la física ocurren luego de la aparición de la mecánica cuántica en los años 20 del siglo XX, cuando la física relativista ya había sentado sus bases en la comunidad científica, gracias a los esfuerzos de Wolfgang Pauli y Paul Dirac. La unificación de la física cuántica y relativista trajo como resultado: la existencia de las antipartículas, la relación entre espín -estadística y la existencia de los portadores de la interacción. El espín se refiere a una rotación intrínseca de las partículas cuánticas y se mide en unidades de \hbar (la constante de Planck), cuando esta constante es despreciable, el espín no aparece, pero a escalas atómicas el espín puede valer un múltiplo entero de \hbar , como 0, \hbar , $2\hbar$, ..., o un múltiplo semientero de \hbar , como $\hbar/2$, $3\hbar/2$, ... Las partículas cuando en esencia son “antisociales” obedecen a la estadística de Fermi – Dirac o tiene muy poca o casi nula interacción con otras partículas, se llaman fermiones y las partículas que su naturaleza es “socializar” con otras partículas, se comportan según la estadística de Bose – Einstein, son contrarias a los fermiones, se llaman bosones. Las partículas elementales se dividen en dos clases los fermiones (espín semientero) y los bosones (espín entero). Las partículas elementales

son muy rápidas y muy pequeñas, para explicar su comportamiento surgió la teoría cuántica del campo (física cuántica y relativista). “Se dice que las partículas *portadoras de fuerza*, que se intercambian entre sí las partículas materiales, son *partículas virtuales* porque, al contrario que las partículas reales, no pueden ser descubiertas directamente por un detector de partículas” (Cuevas, 2010, p.207). El físico Japonés Hideki Yukawa en 1935 llevó la idea del campo cuántico a la fuerza nuclear fuerte y de ahí las partículas que hoy se conocen como mesones, se encontró que la fuerza nuclear fuerte se reduce repentinamente a una distancia del orden de un fermi (10^{-13} cm) o cienmilésima de un Angstrom (10^{-10} m), un nucleón que viaje a la velocidad de la luz, tendría una vida media de 10^{-23} y el valor de masa de la partícula virtual creada es intermedio, entre las partículas de masa ligera (positrones y electrones) y las partículas de masa pesadas (protones y neutrones), únicas partículas supuestamente elementales hacia 1935. Los mesones tienen carga positiva, negativa o neutra. Los físicos Lattes, Occhialini y Powell en el observatorio Chacaltaya en Bolivia encontraron el mesón Π o pión el cual interactúa fuertemente con los núcleos y su masa es 300 veces la del electrón, en 1948 en el ciclotrón de Berkeley se encontraron piones con carga positiva, negativa y neutra, el pión obedece a la estadística Bose- Einstein por lo tanto son bosones. El muón o mesón partícula con masa intermedia es un bosón, algunos llamaron al mesón un electrón gordo, por diferenciarse del electrón solo en su masa, en 1963 se encontró que el mesón al decaer emite un neutrino diferente al del electrón en la desintegración beta, los neutrinos que acompañan al electrón y al muón en su decaimiento pertenecen a una familia de partículas llamadas leptones del griego leptos (ligero) por el contrario del protón y el neutrón quienes harían parte de la familia de partículas bariones del griego barios (pesado).

El microscopio electrónico SLAC creado para ver distancias del orden de un fermi (10^{-13}), los nucleones: protón y neutrón, quienes tienen una pequeña diferencia en su masa causada por la interacción electromagnética, tienen estructura interna. El electrón es puntual, nucleones y electrones interactúan a través de la fuerza electromagnética y la débil, la última es la única que rige la colisión de un electrón veloz con protones, para esta colisión la fuerza fuerte puede ser despreciable (Flores, 1997). Entre 1950 y 1960 se descubrieron múltiples partículas de la familia bariónica (todas más pesadas que el protón), en 1952, en el ciclotrón de la Universidad de Chicago hicieron chocar protones con nucleones, para crear mesones (pión positivo) que

formaban un haz de energía secundario, este acelerador era dirigido por Enrico Fermi donde encontraron que la colisión entre el pión y el nucleón a 300 millones de electrón-voltios (mega electrón-voltios MeV) de energía del mesón, el proceso alargaba el tiempo de vida media de manera impresionante, a este fenómeno lo llamaron resonancia 3-3 más tarde sería una nueva partícula que llamarían delta Δ . Para 1957 se conocían siete bariones: protón (masa 938 MeV y vida media "infinito"), neutrón (masa 939 MeV y vida media de 1050 segundos), delta Δ neutra (1115 MeV y vida media de $2,9 \times 10^{-10}$ segundos), sigma Σ neutra (masa 1189 MeV y vida media de $< 10^{-11}$ segundos), sigma Σ positiva (masa 1190 MeV y vida media de $0,7 \times 10^{-10}$ segundos), sigma Σ negativa (masa de 1197 MeV y vida media de $1,6 \times 10^{-10}$ segundos), xi Ξ negativa (masa de 1321 MeV y vida media de $< 5 \times 10^{-10}$ segundos) y xi Ξ neutra (masa y vida media desconocidas). Delta Δ , sigma Σ y xi Ξ son hiperones (más pesados que el neutrón), los físicos a las coincidencias en las masas de las partículas le dieron el nombre de doblete (protón y neutrón) y triplete (sigma Σ neutra, sigma Σ negativa y sigma Σ positiva), la partícula xi Ξ neutra no había sido detectada para 1957 sin embargo se sabía que debía producirse en la desintegración xi Ξ negativa, la longitud de onda de los nucleones e hiperones es de 1 fermi, y una partícula que recorra esta longitud a una velocidad de 300000 Km/s su vida media debe ser de 10^{-23} segundos debido a las interacciones fuertes, por lo tanto la vida media de 10^{-10} segundos resultó muy larga, la larguísima vida media de las partículas sigma Σ es debido al fenómeno de resonancia, un nuevo reto para la física significó que la fuerza nuclear fuerte no actuara en las partículas sigma y de ahí el retraso en su desintegración. La fuerza nuclear no pudo diferenciar entre un protón y un neutrón, por lo tanto núcleos de Z protones y N neutrones o N protones y Z neutrones mostraban el mismo espectro, a estas parejas de núcleos se les llamo: núcleos espejo, esta similitud es la que produce que la fuerza nuclear fuerte pueda ser insensible o sin interacción al valor de $T_3 = (2-N)/2$ conocido como la tercera componente del espín isotópico, por lo tanto la carga eléctrica de los nucleones será: $Q = T_3 + A/2$ donde A es el número de masa bariónico el cual es 1 para los nucleones e hiperones y 0 cero para los piones y algunos mesones. Es decir que el espín isotópico caracteriza a los multipletes de resonancia que son partículas de igual masa pero diferente carga, esta caracteriza no es determinada por los procesos de la fuerza nuclear fuerte, la Ley Gell-Mann-Nishijima que lleva el nombre de sus creadores estableció una nueva características a los múltiples de resonancia, la extrañeza S

(strange= extraño en inglés): $Q = T_3 + A/2 + S/2$, el protón, neutrón y el pión no son partículas extrañas, las partículas sigma si son extrañas, al igual que el hiperon xi negativo y positivo. En los rayos cósmicos de alta energía llamo la atención una partícula que dejaba en la cámara de niebla una traza de una figura en V con la masa mayor que la del pión, que al chocar produce un conjunto de un mesón y un hiperón con extrañeza $S = +1$ y $S = -1$ (Flores, 1997).

El físico Estadounidense Gell-Mann, el Mendeleyev del siglo XX, fue nombrado en 1956 como profesor en el Instituto de Tecnología de California, físico aficionado a la Lingüística a quien debemos los nombres de extrañeza, quark y color. Entre sus aportes a la física de partículas esta: el concepto de extrañeza; la formula Gell-Mann- Nishijima, la teoría V-A de las interacciones débiles, el modelo del octete, el álgebra de corrientes y la idea del quark.

Al usar la técnica matemática conocida como teoría de los grupos, Gell-Mann (y al mismo tiempo el físico, militar y político Israelí Yuval Ne'eman) sugirieron que el hecho de que muchos bariones y mesones tuvieran masas casi iguales entre si indicaba la presencia de una simetría mas profunda en la naturaleza. Esta es la llamada simetría SU (3) que es el número de transformaciones unitarias de 3 dimensiones. Con la teoría SU (3) podían predecirse las masas y otras propiedades de algunos mesones y bariones no conocidos hasta el momento (Flores, 1997, p.64).

Entonces los hiperones se pueden agrupar por su masa y las partículas ya mencionadas que se conocían hasta 1957 forman un supermúltiplete de ocho partículas (octete), al aceptar la simetría descritas por las SU(3) los supermúltipletes nos son arbitrarios: son de 8 o de 10 partículas, no es posible alguno de 9 resonancias, de esta forma al tener supermúltiplete de 9 resonancias es posible predecir la existencia de una partícula, sin que esta haya sido encontrada experimentalmente, además se puede predecir la masa, espín, espín isotópico y su extrañeza, lo anterior le dio legitimidad a las herramientas matemáticas del grupo SU(3), muy recordadas son las 300000 fotografías que se debieron analizar en una cámara de burbujas en el laboratorio de Brookhaven (Nueva York) para encontrar la huella de la partícula omega negativa que pudo predecir Gell- Mann, gracias a las SU(3).

Los hadrones (hadro-fuerte) están pues conformados por quarks los cuales se suponen elementales, así el protón esta compuesto por tres quarks, el mesón es la unión de un quark y

una antiquark. Inicialmente el modelo de los quarks supuso la existencia de tres: u, d y s con sus respectivos antiquarks, fermiones con espín $\hbar/2$, u y d con extrañeza igual a cero y el quark s con extrañeza igual a -1 y entre u, d y s forman partículas con extrañeza diferente de cero o igual a cero.

Los mesones son los encargados del intercambio de energía en mundo dentro del núcleo atómico, es decir son cuantos de energía que pueden emitir y absorber libremente, los mesones extraños con $S=1$, $A=0$ y $T_3 = 1/2$ forman mesones K positivo y K neutro conocidos como mesones Kaones, este es un doblete extraño de masa 500 MeV. Con la característica de la extrañeza las familias de bariones y mesones crecieron de tal forma que para 1957 se conocían 30 miembros y para 1964, 80 o más resonancias con masa < 2000 MeV y con $A = 1, 0, -1$, “tenemos pues tantas, o incluso más bariones y mesones que elementos químicos que había en la tabla periódica de Mendeleev” (Flores, 19997, p.61), por lo tanto las partículas elementales ya no son elementales.

Fue un nuevo reto para los físicos encontrar que la clasificación según la masa para las partículas elementales no funciona, por ejemplo el leptón tau es mas pesado que los bariones, bariones con masas mucho menor que algunos mesones, al igual que la conclusión de que mesones y bariones no pueden ser elementales debido a la gran cantidad de ellos. Se hizo necesaria una nueva taxonomía para las partículas o resonancias basada en los procesos causados por la interacción fuerte, los hadrones como los nucleones y los mesones encontrados muy masivos y efímeros no son elementales y son afectados por la fuerza nuclear fuerte, y los leptones que no están sujetos a la interacción fuerte donde coinciden el electrón, muón y tau se consideran elementales por no tener partes, sin embargo se debe tener presente que se considera puntuales por que hasta el momento no han dejado ver su estructura pero el muon y tau no son estables lo que implica que podrían al desintegrarse mostrar partes, los leptones pesados aún no tiene explicación, los leptones: el electrón, muon, tau, sus respectivos neutrinos (electrón, múonico, taúonico obedecen a la estadística de fermi, por lo general su masa es casi nula con excepción del lepton tau que su masa es casi dos veces la del protón y en total son 12 con sus respectivas antipartícula.

Cuando empezó la necesaria búsqueda del quark libre porque este sería el verdadero átomo, en una cámara de niebla la traza dejada por un quark u resulto de $(2/3)^2$ de la que dejaban las demás partículas, nuevamente los acumulados cuantitativos obligan a dar un salto en la

cualidad o características de las partículas elementales, hasta el momento todas las partículas subnucleares tenían como carga un número entero de la carga del electrón, inicialmente se señaló como culpable del cambio en la carga a un problema de calibración de MC Cusker que había realizado el experimento, donde encontró que los quarks d y s dejaban una traza más delgada en un 10% del ancho de lo que hasta el momento era una traza normal. El modelo de los tres quarks no se escapó de las dificultades y cuando se empezó a encontrar las propiedades para todos los hadrones en núcleos complejos como el oxígeno, hierro, y uranio, los tres quarks al interactuar violaban el principio de exclusión de Pauli, la partícula Ω de carga negativa tenía tres quarks s que ocupaban el mismo estado, por lo tanto para salvar el modelo de los quarks y el principio de exclusión de Pauli, fue necesario una nueva propiedad que se llamó color, es decir quarks con igual masa, carga, espín, extrañeza y demás propiedades, pueden tener diferentes colores (rojo, verde y azul), los mesones no tienen color por que al igual que su quark y antiquark poseen su color y su anticolor, esto aumentó el número de quarks de tres a nueve, sin producir aumento en el número de hadrones, la teoría del color hizo necesaria una nueva rama de estudio en la mecánica cuántica, a saber, la cromodinámica cuántica, que de manera rápida fue válida gracias a sus predicciones: la vida media del pión experimentalmente coincidió con 3 colores, y la aniquilación electrón positrón a energías de 3 GeV se pudo explicar solo con la teoría del color. Sin embargo solo se pueden detectar partículas sin color, el viaje al interior del átomo nuevamente se muestra apasionante y desafiante, en 1964 en busca de las simetrías en los modelos de los quarks los físicos Sheldon Glashow Harvard y Bjorken pronosticaron un aumento en el número de quarks ya que encontraron que al medir el cociente (R) del número de hadrones entre el número de muones a energía cada vez más altas obtenían: $R=2$ para energías de 3 GeV y $R>8$ para energías de 8 GeV, Harvard y Bjorken propusieron un cuarto sabor para el quark de nombre Encanto (c de charm encanto en inglés) y debería ser más pesado que u , d y s , los hadrones con el quark c se conocen como los encantados, y tienen masa mayor a los hadrones que ya se conocían, la propiedad del encanto alargaba la vida media de las partículas y en 1974 de manera casi simultánea en Stanford (Burton Richter) y Brookhaven (Samuel Tang) bombardearon berilio y encontraron una nueva partícula que sería un mesón formado por el quark c y su respectivo antiquark (Flores, 1997).

En 1977 un equipo de físicos dirigidos por León Lederman descubrieron en el Fermilab la *partícula ípsilon*, la cual es un mesón con masa 10 veces la del protón y con vida media muy

grande comparada con la normal según su masa, lo que implica que el quark top no se desintegra en los hadrones de masa menor que se forman de los quarks u , d , s y c . Fue necesario un nuevo quark b y por simetría debe haber un sexto quark t , que no se ha dejado ver. La matemática de las simetrías condujo a la cromodinámica cuántica a construir teorías de los campos de norma, para el comportamiento de los quarks en las interacciones fuertes, estas teorías implican que las partículas y sus interacciones estén profundamente ligadas entre sí y una no puede existir sin la otra, dicha simetría no es geométrica sino asociada a la conservación de la energía. Los intentos de unificación han sido varios, el esfuerzo de los físicos por encontrar una ley fundamental que describa a la naturaleza en el paradigma moderno de la físico-matemática sigue en pie. Los primeros intentos de unificación se dieron entre la fuerza débil y electromagnética, entre ellos Weinberg y Salam con su teoría electrodébil renormalizable que implica un bosón mensajero de la interacción débil, en 1954 Chen-Ning Yang y Robert L. Mills introdujeron una *teoría* que resultó no renormalizable o llena de infinitos, la manera de enmendar la teoría fue propuesta por Peter Higgs en 1964: los bosones de Higgs donde se supone que el vacío está lleno de los bosones de Higgs y que los portadores originales de la fuerza se los tragan por que carecen de masa, es decir los verdaderos portadores de la fuerza le quitan la masa a los bosones de Higgs y estos se hacen "invisibles". El 4 de julio de 2012, la Organización Europea para la Investigación Nuclear, conocida como CERN, anunció el hallazgo de una partícula consistente con el bosón de Higgs, propuesto dentro del Modelo estándar de física de partículas, modelo que intenta explicar la razón de la presencia de masa en las partículas elementales. Esta partícula no tiene carga eléctrica, ni color, es muy inestable y su vida media es de aproximadamente un zeptosegundo, es decir, una mil trillonésima parte de un segundo, su descubrimiento agudizó la contradicción materialismo - idealismo motor del conocimiento científico, debido a la posición positivista del creacionismo que insiste en atribuir al descubrimiento experimental del bosón de Higgs la prueba de creación de la materia desde el vacío, al respecto Korchagin (2012 señala:

Este error de considerar el mecanismo de Higgs como el "origen de la materia" surge de la confusión entre los conceptos de materia y masa. Es un error deliberadamente inducido por la filosofía idealista, que aplica una trampa, sustituyendo la definición de la verdadera esencia de la materia como todo aquello que existe independientemente de nosotros, por una definición vulgar de la materia como todo lo visible y tangible. Así, cuando se

desarrolló la idea de energía en la física, en el siglo XIX, lo cual por sí mismo fue un gran salto en nuestra comprensión de la naturaleza, muchos idealistas y positivistas aprovecharon para "demostrar" que el concepto de energía era la prueba de que el materialismo estaba equivocado, que existía una realidad "inmaterial", "energética", es decir, su excusa para contrabandear la concepción idealista del mundo, que nos dice que hay cosas "trascendentes", más allá del mundo material (donde estaría dios). (p.3)

3. Conclusiones.

El desarrollar del concepto histórico del átomo para evidenciar la ciencia como fenómeno de la cultura, hace menester considerar los fenómenos históricos y sociales en continuo movimiento, usando el método dialéctico, para explicar las leyes que rigen las estructuras económicas y sociales, sus correspondientes superestructuras y el desarrollo histórico de la humanidad frente a la ciencia y su definición como fenómeno de la cultura, señalando su crisis actual de principios que evidencia la realidad en continuo cambio y transformación, sujeta a contradicciones y a un desarrollo determinante en las condiciones materiales de la época. La historia de la ciencia, de la humanidad y su pensamiento, evidencia contradicciones que generan transformación de la naturaleza y potencia problemas políticos, económicos y sociales, que se enmarcan en cambios cuantitativos que por su acumulado producen cambios cualitativos.

En un primer momento se precisa y especifica el problema que consiste que la ciencia sea fenómeno de la cultura y esto implica que en la actualidad, esta presente una crisis teórica y de principios. En segundo lugar se desarrolla la profundidad de la crisis de principios de manera hipotética, lo que hace menester el estudio de los fenómenos históricos y sociales en continuo movimiento, en particular el concepto del átomo, debido a los alcances de la investigación y el tiempo de éste. El desarrollo de la investigación contempla la rigurosidad de los detalles cuantitativos y cualitativos, el desarrollo teórico y experimental del concepto de átomo, culminando con la evidencia del problema y a su vez señalando posibles desenlaces según el conocimiento de frontera y la definición actual luego de la evolución del concepto.

La investigación es un proceso sistemático, organizado y objetivo destinado a responder la pregunta que constituye el problema de investigación ¿Qué es la ciencia?, la respuesta conduce a dos líneas entre los historiadores de la ciencia, internalistas y externalistas que se diferencian precisamente en lo que se entiende por ciencia. La técnica documental permitió la recopilación de información, la recolección de los datos, posturas históricas, experimentos, fenómenos y conceptos, publicaciones en conocimiento de frontera, referentes al concepto del átomo y en la relación a evidenciar la ciencia como fenómeno de la cultura, lo que implica un planteamiento filosófico frente a la crisis de principios de la ciencia, que constituye un problema

teórico actual, primordial para el futuro de la ciencia y la sociedad. Enunciando las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y su contexto, es posible concluir:

1. Los principios entonces no son teorías, sino hechos reales o realidad objetiva y por esto son inalterables, y en ellos deben fundamentarse las ciencias particulares.

2. El concepto del átomo y en especial el desarrollo de la mecánica cuántica obligó a considerar los problemas filosóficos en el estudio de la naturaleza sobre todo en la búsqueda de la teoría unificadora o ley fundamental de la naturaleza, lo que muestra que la construcción del pensamiento no siempre es progresiva y que los acumulados cuantitativos y cualitativos pueden producir saltos hacia atrás.

3. Los paradigmas aristotélicos, newtonianos, relativistas y cuánticos evidencian el principio del materialismo dialéctico, acumulados cuantitativos producen cambios cualitativos y viceversa, la ley de la radiación de Planck muestra por primera vez que en la Naturaleza hay escalas, es necesario hacer uso todavía de los conceptos de la física clásica y es imposible trasladar toda descripción física a un nuevo sistema conceptual teórico cuántico, una dificultad desaparece y otra se crea..

4. La individualidad de las partículas hasta el momento es una imposibilidad “Los átomos están constituidos por partículas elementales que no tienen individualidad. Poseen una naturaleza muy singular y extraña. En cada imagen de una partícula elemental debe trazarse a la vez la imagen de todas las demás partículas elementales” (Gentner, 1964, p.388). La máquina del CERN que inicio su construcción 1994, en la Frontera Suiza-Francesa de 27 km de diámetro y una profundidad entre 50 y 125 metros, con una temperatura de trabajo de 271 bajo cero °C, tuvo un costo de 6200 millones de euros, consigue un campo magnético 100000 veces el de nuestro Planeta Tierra, con la intervención de 40 países y 10000 científicos de 500 Universidades, pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿qué es realmente la masa?, ¿cuántas son las partículas totales del átomo?, ¿por qué no hay más antimateria? ¿cómo era la materia durante los primeros segundos que siguieron al Big Bang? No se espera de ella ningún éxito práctico que pretenda una aplicación ¡solo filosofar!, se investigan principios fundamentales, basados en el objetivo de los físicos por comprender la totalidad de la naturaleza en el paradigma físico- matemático imperante en la modernidad, los físicos nucleares no renuncian a dicha experimentación, esto equivaldría a cuestionar el modelo actual que impone el experimento a ultranza, la ciencia sigue respondiendo al paradigma experimental.

5. El concepto del átomo y en especial el desarrollo de la mecánica cuántica muestra que la construcción del pensamiento no siempre es progresiva y que los acumulados cuantitativos y cualitativos pueden producir saltos hacia atrás o hacia delante, permanece vigente, toma fuerza el comprender y teorizar en la crisis de la física, el enfrentamiento de las concepciones filosóficas materialistas e idealistas, esta vez en una relación dialéctica profunda; la investigación científica a puesto todos sus esfuerzos en reducir la naturaleza a una explicación axiomática que responda al experimento mediado por el proceder anticipador “en la historia reciente de la física, y con toda seguridad en muchas otras ramas y tiempos de la ciencia, hallamos ejemplos de objetos elusivos, que no se dejan ver” (Flores, 1997, p.9), sin embargo aún no hay una teoría unificada que describa cuantitativamente la singular estructura de las partículas, tampoco ha sido posible calcular las relaciones de masa entre partículas elementales, este desarrollo se ha encontrado por el contrario con un comportamiento dialéctico de la naturaleza y del conocimiento. Toda tesis tiene su antítesis, el resolver la contradicción produce una síntesis la cual se convertirá en tesis y así de manera infinita, lo único absoluto es el movimiento.

En defensa de las leyes y principios del materialismo dialéctico MD como una ciencia que posiblemente resuelve y explica la crisis de la física, se debe comprender que dicha crisis encuentra respuestas en principios no axiomáticos, sin que esto le quite validez a los desarrollos científicos y tecnológicos actuales, el conocimiento de frontera se acerca de manera reveladora a legitimar y demostrar en su comportamiento las leyes del MD, es importante señalar que no se esta rechazando el poder construir una teoría general o unificadora que describa a la naturaleza, por el contrario al afirmar que la ciencia es fenómeno de la cultura, que la crisis de la física se resuelve en campos filosóficos e ideológicos, se trata de un desafío extremadamente complejo ya que se pretende en ultimas cambiar la forma humana de pensar, cuya naturaleza histórica la hace cambiante, mudable y sustituible por otra forma de razonar: la dialéctica, esto no significa que la lógica formal desaparezca, sino que la lógica dialéctica como negación del sentido común, en relación contradictoria serán el motor de una ciencia de los principios, que traiga consigo un nuevo modelo económico que involucre una ética científica basada en la negación de la explotación del hombre por el hombre.

Referencias

- Arjipstev; F. T (1966). *La materia como categoría filosófica*. México, D.F: Editorial Grijalbo, S.A
- Capra, F (1992). *El punto crucial: Ciencia, sociedad y cultura naciente*. Buenos Aires, Argentina: Buenos Aires, Argentina
- Club de Amigos de la Unesco. (2010). *El “vacío” es materia Aproximación a la física*. Recuperado de: www.profesionalespcm.org/_php/MuestraArticulo2.php?id=17415
- Cuevas, J. (2010). *Fotografía y conocimiento: la imagen científica en la era electrónica*. Madrid, España. Editorial Complutense
- Engles, F. (1990). *Dialéctica de la naturaleza*. Recuperado de: [www.edu.mec.gub.uy/.../Engels %20-%20Dialectica%20de%20la%20Naturaleza.pdf](http://www.edu.mec.gub.uy/.../Engels%20-%20Dialectica%20de%20la%20Naturaleza.pdf)
- Figueredo, P. (2014). *El materialismo dialéctico y nuestro tiempo*. Taller: revista de análisis de la actualidad política, 35, 63- 77.
- Flores Valdés, J. (1997). *La Gran Ilusión: los cuarks*. México D.F, México: Fondo de Cultura Económica.
- Gentner, W. (1964). *La exploración del átomo*. Universitas (Stuttgart), 1(4), 377-396.
- Hacyan, S. (2000). *El gato de Schodinger*. México D.F, México: Editorial: UNAM, Facultad de Ciencias.
- Heidegger, M. (1998). *Caminos del Bosque*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Heisenberg, W. (1969). *La ley de la naturaleza a la luz de la investigación actual*. Universitas, 8(1), 1-7.
- Heisenberg, W (1959). *Física y Filosofía*. Buenos Aires, Argentina: Editorial la Isla, S. R. L.

- Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual*. México D.F, México: Prentice Hall Mexico.
- Horkheimer, M. (1973). *Crítica de la razón instrumental*. Buenos Aires, Argentina. Gráfica Guadalupe.
- Korchagin, V. (2012). *El Bosón de Higgs y el materialismo dialéctico*. Recuperado de: <http://litci.org/es/archive/el-boson-de-higgs-y-el-materialismo-dialectico/>
- Lederman, L. y Teresi D. (2001). *La partícula divina: si el universo es la respuesta ¿Cuál es la pregunta?*. Recuperado de: <http://www.librosmaravillosos.com/laparticuladivina/index.html>
- Lenin, V.I. (1996). *Materialismo y Empiriocríticismo*. México D.F, México: Editorial Grijalbo S.A-
- Marx, K. (1971). *Diferencia de la filosofía de la naturaleza en Demócrito y en Epicuro*. Madrid, España: Ayuso.
- Mendoza, M. (2013): *El desarrollo local complementario*. Recuperado de: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1252/index.htm>
- Modelo, L. y Rudellí, M. (1996). *Dioses y demonios en el átomo*. Buenos Aires, Argentina: Sudamericana S.A.
- Mora, P. (1983). *La Física Contemporánea*. Recuperado de: <https://books.google.com/books?isbn=9688370207>
- Nicol, E. (1965). *Los Principios de la ciencia*. México D.F, México: Fondo de Cultura Económica.
- Palacios Plaza, B. (2011). *La Ecuación de Schödinger*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/53966829/Ecuacion-de-Schrodinger>
- Sánchez, J. (2012). *La ecuación de onda de Schrödinger*. 1925. Recuperada de: <http://elfisicoloco.blogspot.com.co/2012/11/la-ecuacion-de-onda-de-schrodinger-1925.html>
- Sciascia, L. (1994). *La desaparición de Majorana*. Barcelona, España: Juventud S.A.

Thuillier, P. (1990). *El saber ventríloco*. México D.F, México: Fondo de Cultura Económica

S.A

Tipler, P. (2003). *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona, España: Editorial Reverté.