

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES**

**“El impacto del mecanicismo newtoniano
en las ciencias sociales”**

Hacia un nuevo paradigma holístico

Cátedra: Teoría de la Complejidad y su impacto en las políticas publicas”

Profesor Titular: Juan Gomez Portillo.
Asistente de cátedra: Ariel Leonardo Seca

Ariel Leonardo Seca
2007

3. LA NUEVA FISICA.-

El desarrollo de la física moderna comienza con las extraordinarias proezas intelectuales de **Albert Einstein**, quien siendo empleado público en una oficina de correos y no habiendo terminado el secundario, en **1905** escribe dos revolucionarios artículos donde expone **la teoría de la relatividad** y **una nueva manera de concebir la radiación electromagnética que veinte años más tarde daría lugar a la teoría cuántica llamada teoría de los fenómenos atómicos.**

Einstein creía firmemente en la armonía intrínseca de la naturaleza.

Con miras a ello, y su obsesión era dar una **estructura común a dos teorías de la física clásica: la electrodinámica y la mecánica.**

Esta estructura se conoce como teoría de la relatividad y supone un cambio radical de los conceptos tradicionales de tiempo y espacio y por ello socava los cimientos de la visión newtoniana de mundo.

Con las posteriores exploraciones extraordinarias 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 algo igual en la ciencia.

Por vez primera los físicos se enfrentaban 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.

Todos sus conceptos básicos, toda su terminología y toda su manera de pensar eran insuficientes para descubrir los fenómenos atómicos.

No era un problema exclusivamente intelectual, sino de una experiencia existencial emotiva de gran intensidad, en donde la pregunta clave que se hacían era:

<p>¿Es posible que la naturaleza sea tan absurda como nos parece en estos experimentos atómicos?</p>

En verdad, los físicos tardaron mucho tiempo en admitir el hecho de que **las paradojas que encontraban era un aspecto esencial de la física atómica.**

Cuando lo comprendieron, comenzaron a formular las preguntas correctas y a evitar contradicciones, encontrando finalmente una fórmula matemática precisa y sólida para su teoría. Esto dio origen a la **física cuántica** formulada entre **1900 y 1930** por un grupo de internacional de físicos entre los que se hallaban **Einstein, Bohr, Heisenberg, y Dirac, entre otros.**

La nueva física se debía entonces una profunda modificación de sus conceptos fundamentales (espacio, tiempo, materia, objeto, causa y efecto) a través de los cuales se experimenta el mundo y por ello la transformación suponía un choque violento (los cimientos de la ciencia... comenzaron a vacilar...).

Es así que de los cambios revolucionarios que la física provocó en nuestros conceptos de realidad, hoy comienza a surgir una visión sólida del mundo

Los científicos están muy interesados en las repercusiones filosóficas que surgen a partir de la física moderna, y están tratando de mejorar su comprensión de la naturaleza de la realidad, dejando de lado toda idea preconcebida.

La perspectiva cartesiana del mundo es mecanicista, en cambio la visión del mundo que emerge de la física moderna se caracteriza por ser orgánica, holística y ecológica.

Se la podría llamar una visión de sistemas, en el sentido de teoría general de sistemas.

El mundo ya no puede percibirse como una máquina formada por una gran cantidad de objetos, sino que se la concibe como una unidad indivisible y dinámica cuyos elementos están estrechamente vinculados que pueden comprenderse sólo como modelos de un proceso cósmico, con lo cual, los descubrimientos de los científicos increíblemente pasan a estar en armonía con las metas espirituales y las creencias religiosas de la humanidad.

Veamos en mejor detalle.

La investigación experimental atómica de comienzos de siglo obtuvo resultados sensacionales y totalmente inesperados.

Se descubrió que los átomos distaban mucho de ser partículas duras y sólidas de la teoría tradicional; por el contrario, consistían en grandes espacios y un núcleo alrededor del cual se movían unas partículas extremadamente pequeñas: los electrones.

Unos años mas tarde, la teoría cuántica demostró claramente que incluso las partículas subatómicas (los electrones, los protones y los neutrones situados en el núcleo) no tenían ninguna semejanza con los objetos sólidos descritos por la física clásica.

Estas unidades de materia subatómica, son entidades duales muy abstractas: según como se las vea, unas veces aparecen como partículas, y otras como ondas (naturaleza presente por Ej.: en la luz).

Einstein fue el primero en llamar cuantos a las partículas de luz, hoy conocidas como fotones.

La naturaleza dual de la materia y de la luz es hoy muy misteriosa.

Parece imposible que algo pueda ser, al mismo tiempo, una partícula y una onda que se difunden en el espacio.

Sin embargo, es lo que exactamente los físicos tuvieron que aceptar.

Un electrón no es una partícula ni una onda. Mientras actúa como partícula, puede desarrollar su naturaleza ondulante a expensas de su naturaleza corpuscular y viceversa.

Por consiguiente, la partícula se transforma continuamente en onda, y la onda, en partícula.

Esto significa ni mas ni menos, que ni los electrones, ni ningún otro “objeto” atómico tienen propiedades que sean independientes de su entorno, es decir, dependerán del sistema con el que se vean obligados a entablar una relación recíproca.

Hay entonces, conceptos o aspectos, que no pueden ser definidos simultáneamente con precisión (cuanto mas acentuamos uno de ellos en nuestra descripción mas incierto se vuelve el otro....las paradojas de la física que hablamos anteriormente), ello llevó a al genio de **Heisenberg** a expresar el “**principio de incertidumbre**”.

Otro genio, el físico sueco **Niels Bohr**, al concebir las imágenes de la onda y la partícula como dos descripciones complementarias de la misma realidad (es decir parcialmente correctas y con un campo de aplicaciones limitado) introdujo la **idea de complementariedad**.

Las imágenes de **onda y partícula**.....debían de ser aplicadas dentro de los límites impuestos por el **principio de incertidumbre**.

Bohr, ha dicho que la noción de complementariedad debe de ser exportada al ámbito de otras ciencias y los estudios más interesantes al respecto se hallan en los fenómenos biológicos y psicológicos.

Para resolver la paradoja de la onda/partícula, los físicos no tuvieron mas remedio que aceptar un aspecto de la realidad que ponía en duda la base misma de la visión mecanicista: **el concepto de la realidad de la materia**.

A nivel subatómico, la materia no existe con certeza en un lugar definido, sino que muestra una **“tendencia a existir”**.

Los acontecimientos atómicos no ocurren con certeza en un momento definido y de manera definida, sino que muestran una “tendencia a ocurrir”.

Por tanto, en la mecánica cuántica, estos fenómenos se expresan como **probabilidades** y se relacionan con cantidades que toman la forma de ondas.

No se trata aquí de las ondas reales, como las ondas de agua o de sonido, sino de **ondas de probabilidad**.

Nunca se puede predecir con seguridad un acontecimiento atómico: solamente se puede predecir la probabilidad de que ocurra.

El descubrimiento del aspecto dual de la materia y del papel fundamental de la probabilidad destruyó la idea cartesiana y newtoniana clásica del objeto sólido.

A nivel subatómico, los objetos de materia sólida de la física clásica se dispersan en formas ondulatorias de probabilidades.

Es más, estas ondas ni siquiera representan la probabilidad de una cosa, sino la posibilidad de que varias cosas establezcan una relación recíproca.

Por lo tanto, **las partículas subatómicas no tienen ningún significado como entidades aisladas sino como correlaciones o conexiones entre varios procesos de observación y medida** (interacciones con otros sistemas).

Las partículas subatómicas, por consiguiente no son “cosas”, sino correlaciones de otras “cosas” y así sucesivamente.

En la teoría cuántica nunca se llega a una “cosa”, siempre se trata con correlaciones entre “cosas”.

Es así como **la física moderna revela la unidad básica del universo**, demostrando la imposibilidad de dividir al mundo en partes aisladas independientes.

La naturaleza por lo tanto, no esta compuesta por componentes básicos aislados; se trata de una complejísima red de relaciones entre las diferentes partes de un conjunto unificado.

Hesisenberg al respecto dice: “El mundo parece un complicado tejido de acontecimientos en el que toda suerte de conexiones se alternan, se superponen o se combinan y de ese modo determinan la textura del conjunto”.

El hecho de acentuar las relaciones de objetos y no los objetos por si mismos, tiene extraordinarias y trascendentales repercusiones en todos los campos de las ciencias.

Gregory Bateson llegó incluso a sostener que las correlaciones deberían de servir para todas las definiciones y que ello se debería enseñar a los niños desde la escuela primaria.

En su opinión **no se puede definir un objeto por que es en si sino por la relación que guarda con otros objetos.**

Existen variables limitadas que están incluidas en los objetos (respetan las leyes normales de separación en el espacio, por ejemplo: una señal no puede ser transmitida a una velocidad superior a la de la luz).

Ahora bien: **junto a estas conexiones limitadas existen otras que son ilimitadas e instantáneas** que no pueden predecirse matemáticamente y son la esencia de la realidad cuántica.

Lo que demuestra que **el universo entero influye en todos los acontecimientos que ocurren dentro de él** y, si bien esta influencia no puede ser descripta detalladamente, se puede reconocer un cierto orden y expresarlo en términos de leyes estadísticas.

La diferencia crucial con la física clásica, es que mientras en ésta, las variables ocultas representan mecanismos limitados, y en la física cuántica las variables ocultas no son limitadas, sino que se conectan instantáneamente con el conjunto del universo.

Cuando se trata de dimensiones muy pequeñas, la influencia de las conexiones ilimitadas se vuelve mas fuerte...ahí las leyes de la física solo pueden expresarse en términos de probabilidades y se hace cada vez más difícil separar de la unidad cualquier parte del universo (Einstein negaba esta posibilidad y decía...”Dios no juega a los dados”, pero al final de su vida se vió obligado a admitir la teoría de los cuantos....).

La importancia de las conexiones ilimitadas y de la probabilidad en el campo de la física atómica supone una nueva noción de causalidad que tiene profundas repercusiones en todas las ramas de las ciencias

Las partes no están conectadas por leyes causales en el sentido mecanicista y determinista, por lo tanto hay que reemplazar la visión clásica y parcial de causa y efecto por un concepto más amplio de causalidad estadística.

Los conceptos de no limitación y de causalidad estadísticas implican claramente que la estructura de la materia no es mecánica, y en 1951 se comienza a enunciar los **paralelismos entre los procesos cuánticos y los procesos del pensamiento.**

James Jean decía....”**El universo comienza a parecerse a un gran pensamiento en vez de una gran maquina**”.

En vista de todo lo último expresado, **la evidente similitud que se observa entre la estructura de la materia y la estructura de la mente no tiene porque resultar sorprendente**, pues la conciencia humana tiene una gran importancia en el proceso de observación y en el campo de la física atómica, determina en gran medida las propiedades de los fenómenos observados.

En física atómica, los fenómenos observados solo pueden concebirse como correlaciones entre varios procesos de observación y medición, y al final de esta cadena de procesos, siempre se halla la conciencia del observador humano.

En teoría cuántica, el observador no sólo es necesario para observar las propiedades de los fenómenos atómicos, sino también para provocar la aparición de estas propiedades.

Por ejemplo, mi decisión consciente sobre la manera de observar un electrón determinará hasta cierto punto las propiedades de ese electrón.

Si le hago una pregunta considerándolo una partícula, me responderá como partícula, si le hago una pregunta considerándolo una onda, me responderá como onda.

En realidad, el electrón no tiene propiedades objetivas que no dependan de mi mente, por cuanto en física atómica, es imposible mantener la distinción cartesiana entre mente y materia, entre observador y lo observado.

Es decir, no se puede hablar de la naturaleza, sin hablar al mismo tiempo, de uno mismo, con lo cual al trascender la división cartesiana, desafía el mito de una ciencia desprovista de valores.

Los modelos que los científicos observan en la naturaleza, están íntimamente vinculados a los procesos de sus mentes, a sus conceptos, pensamientos, valores, con lo cual, los científicos no sólo tienen una responsabilidad intelectual por sus investigaciones, sino también una responsabilidad moral.

Los físicos tienen que escoger (en un ejemplo extremo), entre el Buda y la bomba y a cada uno de ellos les toca decidir su camino.

Otro tema de trascendencia, es **la comprensión de que la red cósmica es intrínsecamente dinámica.**

El dinamismo de la materia surge como consecuencia de la naturaleza ondulante de las partículas subatómicas (la teoría de la relatividad demuestra que la existencia de materia no puede separarse de su actividad).

El hecho de que las partículas no sean entidades aisladas, sino modelos ondulatorios de probabilidades, significa que se comportan de una manera muy peculiar.

Cuando una partícula subatómica esta confinada en una pequeña región del espacio, reacciona ante el confinamiento moviéndose continuamente.

Cuanto mas pequeño sea el espacio, más rápidos serán los movimientos de la partícula, y cuanto mas limitada esté una partícula, más veloces serán sus movimientos.

En el mundo subatómico, las partículas de la materia están confinadas, ligadas a estructuras atómicas, moleculares y nucleares y, por consiguiente, no están en reposo, sino que, por el contrario, **denotan una tendencia intrínseca a moverse a velocidades inimaginables.**

Los objetos materiales que nos rodean pueden parecer pasivos o inertes, pero cuando observamos una piedra “muerta” o un metal “muerto” con la ayuda de instrumentos ampliadores, constatamos que están llenas de actividad.

Cuanto más detalladamente los examinemos, más llenos de vida nos parecerán.

Todos los objetos materiales de nuestro entorno están hechos de átomos vinculados entre sí de varias maneras. Estos átomos, forman una gran variedad de estructuras moleculares que no son rígidas ni están desprovistas de movimiento, sino que vibran de acuerdo a su temperatura y en armonía con las vibraciones térmicas de su entorno.

Los electrones situados dentro de estos átomos vibrantes están ligados a los núcleos atómicos por fuerzas eléctricas que tratan de mantenerlos unidos, y ellos responden a este confinamiento girando sobre sus ejes a gran velocidad.

Finalmente, en el núcleo, los protones y los neutrones son sometidos a presión de poderosas fuerzas nucleares que los reducen a un volumen ínfimo y, como consecuencia de ello, giran a una velocidad inimaginable (la velocidad de los protones y neutrones se aproxima a la velocidad de la luz).

Así pues, para la física moderna, la materia no es algo pasivo e inerte, sino algo que se mueve continuamente, danzando y vibrando.....con lo cual, cualquier fenómeno natural que se intente describir tendrá que tomar en cuenta la teoría de la relatividad.

Hemos así, llegado a la conclusión de que no existen estructuras estáticas en la naturaleza. Pero existe una estabilidad, y esta estabilidad es el resultado de un equilibrio dinámico.

La teoría de la relatividad de Einstein obliga a abandonar los conceptos de espacio y tiempos absolutos aislados entre sí.

Según Einstein, el espacio y el tiempo son conceptos relativos y desempeñan un papel subjetivo como elementos del lenguaje que el observador utiliza para describir los fenómenos de la naturaleza.

A partir de **Einstein**, a la velocidad de la luz, los físicos han de usar una **estructura “relativista” que incorpora el tiempo y las tres coordenadas espaciales, sumando una cuarta coordenada que ha de determinarse en relación con el observador.**

Por lo tanto en la **física relativista** nunca se puede hablar del espacio sin hablar del tiempo y viceversa.

Ahora bien, el común de los mortales, carecemos de una experiencia sensible directa del espacio-tiempo cuatridimensional.

Un ejemplo extremo de esta situación se puede constatar en la **electrodinámica cuántica**, una de las teorías relativistas más logradas de la física de las partículas, que **concibe a las antipartículas como partículas que retroceden en el tiempo.**

Según esta teoría, las interacciones de las partículas pueden proyectarse en cualquier dirección del espacio-tiempo cuatridimensional, avanzando o retrocediendo en el tiempo de la misma manera que giran a la izquierda o hacia la derecha en el espacio y para tener una imagen de estas interacciones, necesitamos mapas cuatridimensionales que cubran los espacios de tiempo y a la vez, toda la región del espacio.

Estos mapas llamados “**diagramas de espacio-tiempo**”, no están sujetos a ninguna dirección definida del tiempo: luego no existe “antes” ni “después” en los procesos que ilustran y, por consiguiente, tampoco hay una relación lineal de causa y efecto.

Todos los acontecimientos están conectados entre si, pero estas conexiones no son causales en el sentido clásico.

Por eso, la teoría de la relatividad nos ha enseñado la misma lección que la mecánica cuántica; nos ha demostrado que nuestras ideas sobre la realidad no se limitan a la experiencia cotidiana que tenemos del mundo físico y que hemos de abandonarlas si queremos ampliar esta experiencia.

La consecuencia más importante de la nueva estructura relativista, fue el descubrimiento de que la masa no es más que una forma de energía.

Hasta un objeto en reposo almacena energía en su masa.

Cuando se la ve como una forma de energía, ya no se requiere que la masa sea indestructible, sino que tenga la **posibilidad de transformarse en otras formas de energía.**

En la física moderna, la masa ya no esta relacionada con una substancia material y, por consiguiente, **las partículas no pueden concebirse como algo constituido por un material básico, sino como haces de energía.**

Ahora bien, **si la energía está ligada a la actividad, a los procesos, ello implica que la naturaleza de las partículas subatómicas es intrínsecamente dinámica.**

Las partículas subatómicas a partir de Einstein, han de percibirse como entidades cuatridimensionales en el espacio-tiempo, y también sus formas han de verse dinámicamente, como formas en el espacio y en el tiempo.

Las partículas son modelos dinámicos, esto es, modelos de actividad que tienen una faceta espacial y una faceta temporal, por consiguiente, no hay distinción entre la existencia de la materia y su actividad; son dos aspectos distintos de la misma realidad espacio-tiempo.

En una descripción relativista de las interacciones de las partículas, las fuerzas que operan entre ellas (atracción o repulsión) se ven como un intercambio de otras partículas.

Es entonces que los modelos energéticos del mundo subatómico forman las estructuras estables de los núcleos, átomos y moléculas que constituyen la materia, dándole un aspecto macroscópico y sólido que crea la ilusión de que están hechos de alguna sustancia.

Los átomos se componen de partículas...y estas no están hechas de materia....sino de energía que forman a su vez modelos dinámicos en continua transformación: la danza continúa de la energía.....

En resumen:

La teoría cuántica: ha demostrado que las partículas subatómicas no son corpúsculos aislados de materia, sino modelos de probabilidades. Son conexiones de una red cósmica indivisible que incluye al observador humano y su conciencia.

La teoría de la relatividad: ha dado vida a la red cósmica, al revelar su naturaleza intrínsecamente dinámica y al demostrar que su actividad es la esencia misma de su existencia.

Hay movimiento, pero no hay, en el fondo, objetos que se muevan; hay actividad, pero no hay actores: no existen danzantes, sólo existe la danza.

En la actualidad existen **dos teorías cuantico-relativistas de la física de las partículas**.

La primera es un grupo de teorías del campo cuántico que se aplican a las interacciones electromagnéticas y débiles.

En la segunda, se trata de la llamada **matriz S**, que se ha utilizado con éxito para describir interacciones sumamente intensas.

La base filosófica de la teoría de la matriz S se conoce por el nombre de Enfoque Bootstrap. (“Tira de bota” elaborada en 1970 por **Geoffrey Chef**).

Este enfoque representa el punto culminante del concepto del mundo material como una red de relaciones vinculada, que resulta de la teoría cuántica.

La filosofía bootstrap, **rechaza la idea de bloques de materias fundamentales y tampoco acepta ningún tipo de entidades básicas, es decir, ninguna constante, ley o ecuación fundamental.**

El universo es una red dinámica de fenómenos relacionados entre sí.

Ninguna de las propiedades de una parte de esta red es fundamental; todas ellas son resultado de las propiedades de las demás y la consistencia general de sus correlaciones determina la estructura de toda la red.

El hecho de que **el enfoque bootstrap no acepte ninguna entidad fundamental**, es según Capra uno de los sistemas más profundos del pensamiento occidental, elevándolo al nivel de la **filosofía budista o taoísta** y cuando este enfoque pueda llevarse a cabo con éxito, las repercusiones serán muy profundas.

El hecho de que todas las propiedades de una partícula estén determinadas por principios estrechamente relacionados con los métodos de observación, significaría que las estructuras básicas del mundo material están determinadas, en el fondo, por la manera en que observamos al mundo, y que los modelos de materia que observamos son un reflejo de los modelos de la gente.

Los fenómenos del mundo subatómico son tan complejos que no existe la seguridad de que, en un futuro, se pueda forjar una teoría completa y autoconsistente, aunque cabe imaginar una serie de modelos de menor alcance parcialmente logrados.

Por eso, la manera en que observemos al mundo es fundamental en el enfoque bootstrap (o visión de sistemas).

Uno de los conceptos fundamentales de la filosofía bootstrap es el de orden.

Orden, son las interconexiones ordenadas de los procesos subatómicos.

Las partículas subatómicas no son entidades aisladas, sino modelos de energía relacionados entre sí dentro de un proceso dinámico continuo.

Estos modelos de energía no se contienen unos a los otros sino que se “envuelven”.

Como los hechos subatómicos pueden conectarse de varias maneras, cabe determinar varias categorías de orden (ahí aparece el lenguaje topológico).

La estructura matemática de la matriz S solo da pocas categorías especiales de relaciones ordenadas y en general son iguales a las que se observan en la naturaleza.

La capacidad de reconocer el orden parece ser un aspecto esencial de la mente racional; **toda percepción de un modelo es, en cierto sentido, una percepción del orden.**

Los modelos de materia y de la mente, y sus distintos órdenes, reconocidos como reflejos uno del otro, promete abrir fascinantes fronteras al conocimiento.

El problema de la conciencia ya aparecido en la cuántica en relación con el problema de la observación y la medición, dando lugar a científicos a pensar que **la conciencia podría ser un aspecto esencial del universo** y que, si persistimos en excluirla, podríamos impedir una futura comprensión de los fenómenos naturales.

En la actualidad **hay dos enfoques de la física referidos al apasionante tema de la conciencia**; el primero es la **matriz S**, y el segundo es una teoría formulada por **David Bohm** más ambiciosa por cierto.

El objetivo de **Bohm** es la exploración del orden que él considera intrínseco de la red cósmica de relaciones, a un nivel más profundo, “no manifiesto”. Para Bohm se trata de un orden “**implicado**” o “**envuelto**” y lo describe haciendo una analogía con un homograma pero al ser éste un concepto estático acuñó la definición “**Holomovimiento**”.

El objeto de su planteamiento es **estudiar el orden envuelto en este holomovimiento a través de la estructura de los objetos y**, por consiguiente, tomando en cuenta tanto la unidad como la naturaleza dinámica del universo.

A fin de entender el orden implícito, **Bohm** tuvo que considerar la conciencia como un aspecto esencial del holomovimiento y se vio obligado a incluirla de forma explícita en su teoría.

En su opinión, **materia y mente son interdependientes y correlativas, pero no están vinculadas de manera causal: son proyecciones de una realidad más elevada que no es materia ni conciencia y cada una de ellas envuelve a la otra.**

La matriz S y el enfoque de Bohm, se basan en un concepto de mundo como **red de relaciones dinámicas** y ambos atribuyen al concepto de **orden** un papel esencial, e incluyen a la **conciencia** como paso fundamental para arribar a un concepto holístico e intrínsecamente dinámico del universo.

Lo real, es que al trascender la metáfora del mundo/máquina, nos hemos obligado a abandonar la idea de una física como base de toda ciencia.