

**COLABORACIÓN ESPECIAL**Recibido: 17 de abril de 2020  
Aceptado: 7 de octubre de 2020  
Publicado: 22 de diciembre de 2020**INCERTIDUMBRE, SISTEMAS DINÁMICOS, PRINCIPIOS DE MECÁNICA CUÁNTICA Y SU RELACIÓN CON EL PROCESO SALUD-ENFERMEDAD (PROPUESTA DE ANÁLISIS)**

Emilio Arch-Tirado (1), Miguel Ángel Collado-Corona (1), Ana Luisa Lino-González (2) y Javier Terrazo-Lluch (1)

(1) Centro Neurológico del Centro Médico ABC. Sede Santa Fe. Ciudad de México. México.

(2) Subdirección de Investigación Clínica. División de Neurociencia. Área de Neurociencia Clínica. Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra". Ciudad de México. México.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

**RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como finalidad discutir la importancia y la posible aplicación de algunos fundamentos de la mecánica cuántica en el proceso de salud-enfermedad, considerando para esto que las leyes y fundamentos de la teoría atómica son los mismos que rigen los desplazamientos en el espacio y el tiempo en los seres humanos. Con base en la imposibilidad de determinar el desplazamiento de las partículas subatómicas en un espacio y tiempo determinado, como consecuencia de no contar con instrumentos de medición para dichas microescalas, consideramos factible que lo mismo suceda con la incertidumbre generada por los tiempos y movimientos de los seres humanos en espacios realmente grandes, por lo que el análisis de la ubicación temporo-espacial de un sujeto en movimiento, en un tiempo y en un espacio determinado, es imposible. Creemos que este hecho podría representar el comportamiento en las pandemias. Los fundamentos de la mecánica cuántica que se han considerado con dicho fin son: los sistemas dinámicos; la paradoja del gato de Schrödinger; el principio de incertidumbre de Heisenberg; la ley de gases, tiempos y movimientos; la entropía de Maxwell-Boltzmann. Por otra parte, se propone considerar la adaptación de herramientas de medición basadas en procedimientos estadísticos (árbol de decisiones y teoría de conjuntos) y, finalmente, se propone la implementación de un cubo probabilístico unitario, el cual permita ubicar a un sujeto inmerso en el proceso de salud-enfermedad mediante tres ejes desarrollados según la definición de salud estipulada por la Organización Mundial de la Salud.

**Palabras clave:** Mecánica cuántica, Proceso de salud-enfermedad, Epidemias, Pandemias.

**ABSTRACT****Uncertainty, dynamic systems, principles of quantum mechanics and their relationship to the health-disease process (analysis proposal)**

The purpose of this work is to discuss the importance and possible application of some foundations of quantum mechanics in the health-disease process, considering for this, that the laws and foundations of atomic theory are the same that govern displacement in space and time in human beings. Based on the impossibility of determining the displacement of subatomic particles in a given space and time, as a consequence of not having measuring instruments for said microscales, we propose feasible that the same happens with the uncertainty generated by the times and movements of human beings in really large spaces, reason why the analysis of the temporo-spatial location of a moving subject, in a certain time and space is impossible, fact that we consider, could represent the behavior in Pandemics. The foundations of quantum mechanics that have been considered for this purpose are dynamic systems, the Schrödinger cat paradox, the Heisenberg uncertainty principle, the law of gases, times and movements, and the Maxwell-Boltzmann entropy. On the other hand, it is proposed to consider the adaptation of measurement statistical procedures (decision tree and set theory) and finally the implementation of a unitary probabilistic cube is proposed, which allows locating a subject immersed in the health process disease through three axes developed considering the definition of health stipulated by the WHO.

**Key words:** Quantum mechanics, Health-disease process, Epidemics, Pandemics.

Correspondencia:  
Emilio Arch-Tirado  
Carlos Graef Fernández, N° 154  
Colonia Santa Fe  
Delegación Cuajimalpa  
05300 Ciudad de México, México.  
arch.tirado@gmail.com

Cita sugerida: Arch-Tirado E, Collado-Corona MA, Lino-González AL, Terrazo-Lluch J. Incertidumbre, sistemas dinámicos, principios de mecánica cuántica y su relación con el proceso salud-enfermedad (propuesta de análisis). Rev Esp Salud Pública. 2020; 94: 22 de diciembre e202012136.

## INTRODUCCIÓN

La mecánica cuántica es la rama de la física que estudia la materia a escalas muy pequeñas (molécula, átomo, etc.), y se caracteriza por no ser determinista sino probabilista. Las propiedades de la física cuántica son muy diferentes a las de la física clásica, la cual tiene como característica describir la naturaleza a nuestra escala<sup>(1)</sup>.

## SISTEMAS DINÁMICOS

Los sistemas dinámicos son sistemas complejos de elementos que interactúan, no solamente con los elementos inmersos en el sistema, sino también con las relaciones ejercidas entre ellos. La aportación de Lorenz al conocimiento de los sistemas complejos y la condición de que éstos pueden ser caóticos es muy importante. Lorenz descubrió, entre otras cosas, las características fundamentales de los sistemas que nos ayudan a comprender mejor lo que se conoce como caos. Así mismo, describió los llamados atractores extraños, que popularmente se ejemplifican como “efecto mariposa”, acción que se refiere a cómo una mínima variación en las condiciones iniciales de un sistema puede resultar en un efecto totalmente inesperado, que sería equivalente a la idea de que el “aleteo de este insecto en el Amazonas podría producir una tempestad un mes después en Chicago”. Esta postulación se basa en que existen numerosos atractores en un sistema determinado, los cuales, cada vez van generando mayor cantidad de cambios en las condiciones iniciales. De esta manera, es obvio que cada sistema es propenso a atractores determinados, debido a la gran cantidad de variables en el medio ambiente, que a su vez inciden directa e indirectamente en el sistema. En el caso del proceso de salud-enfermedad, pequeñas variaciones en el sistema pueden generar efectos no esperados en la diseminación de determinadas enfermedades<sup>(2)</sup>.

## EL GATO DE SCHRÖDINGER

En 1935 Schrödinger propuso la paradoja del gato, para lo cual empleó como fenómeno cuántico la desintegración radioactiva, proponiendo la existencia de dos eventos: la posible o no posible desintegración del átomo. El instrumento de medición consistió en un detector que activaba un martillo, el cual, en caso de que ocurriera la desintegración, golpearía un recipiente de cristal con veneno y lo rompería. Todo esto sucedió en una caja negra sin ventanas ni puertas, conteniendo solo el dispositivo, el átomo y el gato. De esta manera, existía una probable superposición de eventos, ya que no se sabía si al abrir la caja el gato estaría vivo o muerto, a partir de lo cual Max Born postuló: “*Aunque el problema del determinismo ha aparecido [...] yo mismo me inclino a dejar a un lado el determinismo en el mundo de los átomos. Pero esto es una cuestión filosófica para la cual los argumentos físicos no son concluyentes*”<sup>(3)</sup>.

## PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE

En 1927 Karl Heisenberg estableció el principio de incertidumbre en el cual propone que: “*todas las cantidades físicas que se pueden observar están sujetas a fluctuaciones impredecibles, de modo que sus valores no están precisamente definidos. Considérese, por ejemplo, la posición “x” y el momento “p”, producto de la masa por la velocidad de una partícula cuántica tal como un electrón. El experimentador es libre de medir cualquiera de estas cantidades con arbitraria precisión, pero no es posible que obtenga valores precisos de las dos simultáneamente, siempre que la medida simultánea se haga en la misma dirección del espacio*”<sup>(4)</sup>. De esta manera, de acuerdo con el principio de incertidumbre, no es posible determinar una trayectoria definida para el electrón. Por lo tanto, se hace necesario definir una región espacial energética donde exista la mayor probabilidad de encontrarlo, llamada

orbital o nube electrónica, dada la complejidad de determinar el desplazamiento a partir de un movimiento determinado en el tiempo.

A partir de este postulado, es posible considerar que lo mismo sucede con las regiones de mayor probabilidad de contagio de una enfermedad determinada. De alguna manera podemos tener información sobre la región, pero es casi imposible identificar a los sujetos que diseminan la enfermedad y, al mismo tiempo, desconocemos el momento exacto del contagio con respecto al tiempo y al espacio. Sin embargo, sabemos la potencialidad de un contagio: podríamos decir que las variables involucradas entre el medio ambiente y los sujetos son los detonadores de la caja de veneno partiendo del postulado de Schrödinger.

## LA SALUD SEGÚN LA OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como “*el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades*”. La cita procede del Preámbulo de la Constitución de la OMS, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, firmada el 22 de julio de ese mismo año por los representantes de 61 estados (*Official Records of the World Health Organization*, N°2, p. 100), entrando en vigor el 7 de abril de 1948, fecha desde la cual no se ha modificado<sup>(5)</sup>.

Con base en esta definición, es posible observar que existen 3 combinaciones (biológico/psicológico, psicológico/económico-social y económico-social/biológico) a partir de dos detonantes posibles, considerando ambos elementos de dichas combinaciones. Sin embargo, si, por ejemplo, a lo anterior agregamos rango de edad, género, susceptibilidad genética, etc., hasta llegar a diez variables con un mínimo de dos detonantes, las combinaciones se elevan

a 45 y así sucesivamente. Por otro lado, si el orden importa con respecto a la presentación de estos tres elementos, se convierten en permutaciones, por lo que para tres combinaciones resultarían seis permutaciones, y para diez combinaciones noventa permutaciones. De esta manera, el número de combinaciones o permutaciones será cada vez más compleja y casi imposible de estimar, fenómeno parecido al descrito por Lorenz y el “*efecto mariposa*”.

Hay que resaltar que el detonador más significativo es el aspecto económico-social, ya que es el principal factor contribuyente en la incidencia y prevalencia de enfermedades a nivel mundial, siendo más vulnerables los países en vías de desarrollo dada la vulnerabilidad del ambiente de estos sectores. Si retomamos los fundamentos del gato de Schrödinger podemos establecer que cualquier individuo puede estar enfermo o no, recordando para esto que existe un periodo prepatogénico y un periodo patogénico, por lo que mientras no haya signos y síntomas no se puede considerar que un sujeto esté enfermo, es decir, pasando el horizonte clínico, ya que es imposible predecir si ha sido contagiado o está en periodo de incubación.

Desde el punto de vista probabilístico o se está enfermo (1) o no (0), ya que no existe una probabilidad intermedia, al igual que en la paradoja de Schrödinger el gato muere o no; de esta manera, la incertidumbre en el proceso de salud-enfermedad es manifiesta. Igualmente, si partimos del principio de incertidumbre de Heisenberg y al no contar con herramientas confiables para determinar que un sujeto está enfermo antes de las manifestaciones clínicas, así como para determinar su desplazamiento en un tiempo determinado, es imposible estimar una pandemia. Aún estamos lejos de poder generar instrumentos de medición que faciliten esta información, como sucede en la determinación de la posición de un electrón. Por otro lado, retomando el postulado de Heisenberg

en el que refiere que “La precisión de  $\Delta x$  con que se puede medir la posición “x” de una partícula y la precisión de  $\Delta p$  con la que se puede medir su cantidad de movimiento no son independientes”, no podemos determinar al mismo tiempo la posición y la cantidad de movimiento de una partícula con absoluta precisión al no saber cuál es su velocidad, por lo que será imposible determinar dónde se encontrará en el instante próximo. En base a lo anterior, podemos preguntarnos lo siguiente: ¿Pasa lo mismo con las enfermedades? Al desconocer el movimiento de una persona y no poder determinar su posición al instante próximo en un estudio epidemiológico, y considerando también el Principio de Incertidumbre de Heisenberg y el comportamiento humano, podríamos cuestionar si el ser humano tiene realmente un poder de elección o si es el resultado de una cadena infinita de causalidades, dada la cadena inmensurable de causas que lo llevan a un momento histórico determinado.

## LEY DE LOS GASES, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

La teoría cinético-molecular de los gases fue desarrollada por L. Boltzmann y J. C. Maxwell y se detalla en los siguientes puntos:

- i) Un gas está compuesto por un gran número de partículas pequeñas (moléculas) de tamaño despreciable frente a las distancias entre ellas.
- ii) Las moléculas se mueven en movimiento rectilíneo, rápido, constante y casual. Las moléculas chocan entre sí y con las paredes mediante choques elásticos (es decir, no hay fuerza de atracción o repulsión entre las moléculas, ni entre éstas y el recipiente, diferentes a las del choque).
- iii) Cada molécula tiene una energía cinética (velocidad) propia que no tiene que ser igual a

las de las restantes moléculas, pero la energía cinética promedio de todas las moléculas es proporcional a la temperatura absoluta. La temperatura es simplemente una consecuencia del movimiento molecular<sup>(6)</sup>.

De esta manera, se establece que a mayor cantidad de gas en menor volumen el sistema es cada vez más caótico, aumentando la probabilidad de choque entre las partículas y viceversa. Si extrapolamos este comportamiento a los sujetos de determinada ciudad, tendríamos que, a mayor cantidad de individuos en espacios reducidos, aumenta la probabilidad de interacción entre ellos y viceversa, fenómeno que sucede en grandes concentraciones y favorece la diseminación de enfermedades. Al igual que en los gases no se puede determinar la posición de una molécula o de un individuo, podemos predecir que la probabilidad de interacción es mayor con respecto a la cantidad y el espacio.

Retomando las posibles combinaciones resultado de las variables que inferen en el proceso de salud-enfermedad, podemos afirmar que a mayor cantidad de variables involucradas el sistema es cada vez más impredecible e incontrolable, por lo que debemos romper con el pensamiento lineal de causa-efecto y generar estrategias de análisis para sistemas caóticos y estocásticos en donde se sabe que existen una gran cantidad de cadenas causales que están involucradas en un efecto determinado. Así, por ejemplo, somos el resultado de millones y millones de cadenas causales que empezaron, por decirlo de alguna manera, en el Big Bang, provocando millones de procesos aleatorios para la formación de la tierra y sus habitantes, y qué decir de la evolución del ser humano.

Al igual que en los gases, donde “a mayor calor, mayor energía cinética”, habría mayor caos en el sistema, y más si se encuentra en un espacio acotado. El movimiento de masas

humanas (por ejemplo, en el transporte colectivo o el ferrocarril subterráneo -metro-) de una determinada ciudad se comporta igual que los gases, ya que es imposible determinar la posición de cada sujeto al mismo momento, y al aumentar el flujo de personas y disminuir el espacio proporcionalmente el sistema será cada vez más caótico, incidiendo en las posibles interacciones entre los sujetos involucrados, por lo que un contagio será totalmente impredecible.

## MAXWELL-BOLTZMANN

A partir de la fórmula de Maxwell-Boltzmann  $S=k \log W$ , se demuestra que la entropía es directamente proporcional al logaritmo del número de microestados compatibles con los macroestados. El logaritmo se emplea debido a que, por un lado, simplifica los cálculos de probabilidad, ya que la mayoría de permutaciones se calcula a base de productos y, por otro, reproduce el aspecto (aditivo) de la entropía, en el sentido de que la entropía de dos sistemas se suma en lugar de multiplicarse, cómo haría la permutabilidad. A más microestados, más desorden y más entropía. En el caso de las organizaciones sociales existen infinidad de microestados, por lo que las comorbilidades per se representan un alto grado de desorden, demostrando categóricamente que las mediciones lineales son inexistentes, y todo lo que es resultado del espacio-tiempo es caótico, multivariable y difícilmente predecible, tal y como lo describimos previamente<sup>(7)</sup>.

Por todo lo anterior, debemos utilizar y adaptar las ecuaciones y modelos utilizados para la determinación probabilística (empleada en encontrar una partícula determinada en un tiempo y un espacio) en la localización probabilística para determinar la región con mayor concentración de focos de diseminación de enfermedades infectocontagiosas.

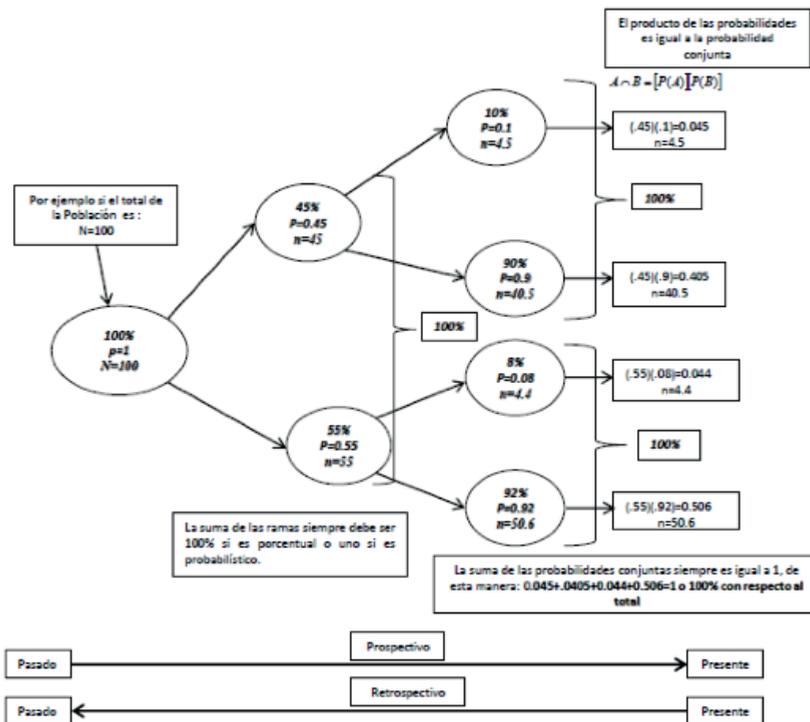
## ADAPTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN

**Árbol de Decisiones.** Un diagrama de árbol es una herramienta útil para ilustrar problemas de probabilidades en varias etapas, siendo muy utilizada en análisis econométricos. Cuando se aplica para el análisis de decisiones es llamado “árbol de decisión”, que nos permite identificar la mejor acción inicial y acciones subsecuentes, con respecto al tiempo, partiendo de la dependencia estadística o probabilidad condicional. Es decir, primero debe pasar el evento A para que suceda el evento B, a lo largo del tiempo.

El árbol se construye de izquierda a derecha y se lee de derecha a izquierda, identificando de forma apropiada los puntos de decisión y los eventos aleatorios, anotándose en el diagrama los valores de probabilidad de dichos eventos con respecto al que le precede. En cada alternativa, el árbol presenta la trayectoria histórica pasando por puntos de aleatoriedad y otros puntos de decisión, hasta llegar a un punto terminal con la probabilidad de que suceda un evento, solo si han sucedido todos los eventos previos.

Para la interpretación de un árbol, los puntos o nodos de decisión son resultado de una condición previa de la cual surgen los puntos de aleatoriedad, sobre los cuales no tenemos control. No existen reglas rígidas para la construcción de un árbol. El único requisito es que describa el problema perfectamente, con todas sus actividades ordenadas en el tiempo<sup>(8)</sup> (figura 1). En el diagrama se observa que cada nodo depende del anterior, advirtiendo que los nodos y ramas pueden ser tantos como el número de variables que se identifiquen, en base a la dependencia entre ellas a lo largo del tiempo. De esta manera, se puede evaluar a lo largo del tiempo la probabilidad de ocurrencia o no de las causas que generan un efecto determinado. Una de

**Figura 1**  
**Árbol de decisiones.**



las ventajas del árbol es que se puede construir con respecto al tiempo de forma retrospectiva o prospectiva a partir de los datos existentes y del seguimiento de los mismos; de esta manera, a lo largo del tiempo los nodos resultantes tendrán menor probabilidad de ocurrencia con respecto al total debido a la disminución de la muestra, fenómeno que ocurre en la incidencia y prevalencia de las distintas enfermedades que aquejan a un país o región determinada, por lo que, cada nodo y rama divide a la población de estudio a partir de las variables existentes y su cadena causal de comorbilidades. Así, el árbol tendrá una gran cantidad de nodos y ramas, permitiendo conocer el comportamiento del fenómeno estudiado y la probabilidad de ocurrencia o no, facilitando la dependencia entre las variables analizadas.

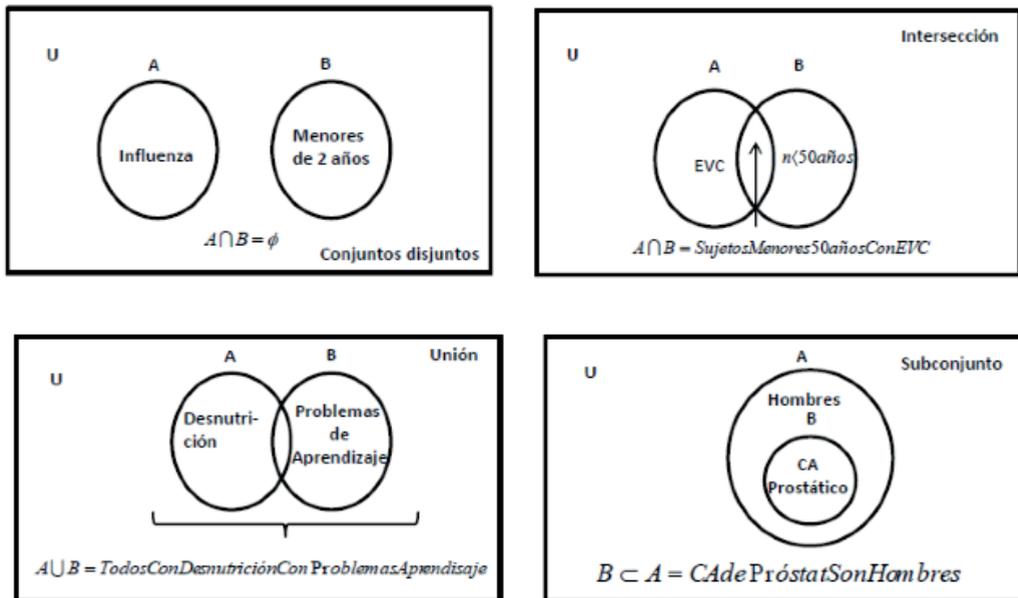
**Teoría de Conjuntos de Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor.** La teoría de los conjuntos puede ser de gran utilidad para analizar el comportamiento de dos o más grupos a partir de la unión e intersección. Debemos recordar los siguientes preceptos: que los conjuntos parten de un universo determinado “U” (lo que en probabilidad se conoce como espacio muestral), que pueden existir dos o más conjuntos que no tengan elementos en común (disjuntos  $A \cap B = \emptyset$ ), que todos presenten las mismas características (unión U), que presenten características en común (intersección  $\cap$ ) y que uno sea parte de otro (subconjunto  $\subset$ ). A partir de aquí, se determina la proporción o porcentaje de cada operación. De ahí su utilidad estadística, ya que a partir de ellos se puede determinar el comportamiento de dos o más grupos con un

espacio muestral determinado, estableciendo si existen puntos muestrales iguales o no en los grupos analizados. La utilización de esta herramienta en el estudio de la diseminación de enfermedades puede ser de gran utilidad, ya que es posible estimar matemáticamente los elementos en común o no de dos o más poblaciones. Así mismo, esta herramienta se puede utilizar de forma temporal y espacial entre dos o más regiones, por ejemplo, en el seguimiento de contagios o el desplazamiento de uno o más sujetos que pueden diseminar una enfermedad generando intersecciones entre dos regiones, esto a partir de los diagramas de Venn (figura 2). En los diagramas se puede observar la utilidad de la Teoría de los Conjuntos y el diagrama de Venn en el análisis e interpretación de diferentes fenómenos médicos, por lo que a partir de ellos es posible establecer la dependencia o no de dos o más eventos<sup>(8)</sup>.

## CONSTRUCCIÓN Y SUSTENTO DE LA PROPUESTA DEL CUBO PROBABILÍSTICO UNITARIO

Partiendo del concepto de la dificultad para encontrar un electrón en un lugar y tiempo determinado, diseñamos un cubo tridimensional probabilístico para determinar el área de mayor riesgo de una población a partir de los ejes (x), (y) y (z), con las siguientes condiciones: el origen del cubo es (0,0,0), siendo los límites por eje (1,1,1) y en donde la escala en cada eje es de 0,1. De esta manera, las áreas por plano están limitadas por los ejes (x,y), (x,z) y (y,z), por lo que el producto total de los planos (x) (y), (x)(z) e (y)(z) en forma independiente es de 100 cuadrados de 0,1<sup>2</sup>. Para el análisis de áreas cúbicas, el resultado del producto de los tres ejes (x)(y)(z) es igual a 1.000 cubos con área 0,1<sup>3</sup>.

**Figura 2**  
**Diagrama de Venn.**



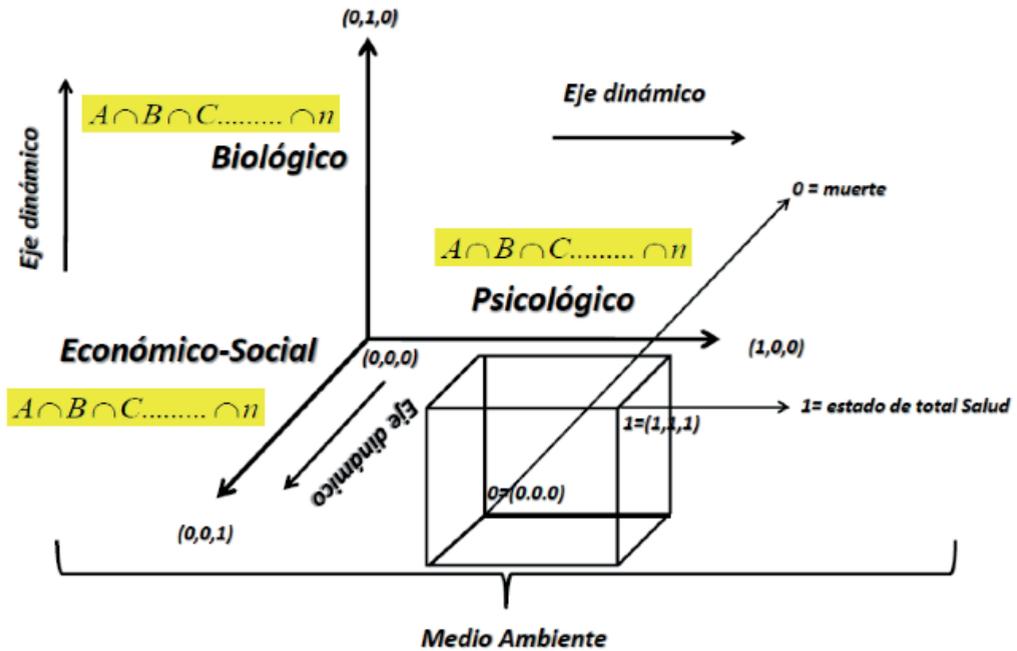
Se categorizaron los ejes de la siguiente manera: x=eje psicológico; y=eje biológico; y z=eje económico-social, considerando la influencia del medio ambiente y el momento histórico del sujeto o de los sujetos que se analizan.

Para ponderar los ejes se utiliza el principio de dependencia estadística en base al tamaño de la muestra, calculando la probabilidad de ocurrencia de un evento basado en sus comorbilidades por eje; de esta manera, a mayor número de comorbilidades, el valor tiende a cero por el principio de las intersecciones probabilísticas, y viceversa, a menor número de comorbilidades el valor tiende a 1, por lo que  $A \cap B$  se acerca más a 1 que  $A \cap B \cap C$ , y así sucesivamente hasta  $A \cap B \cap C \dots \cap X$  que tiende a 0. Por tanto, el espacio probabilístico por eje es de  $0 < (x,y,z) < 1$  según el caso (figura 3).

**Postulados del Cubo Probabilístico Unitario.**

- i) Ningún punto es estático: pueden existir movimientos en segundos, minutos, horas, etc., en función al medio ambiente y/o la manipulación de las variables con base en el momento en que se efectúa la medición.
- ii) Eje pivote y efecto liga: el eje en que se manipule la variable en cuestión tendrá repercusión en los dos ejes restantes, con la fuerza proporcional al impacto de la variable del eje en cuestión.
- iii) A mayor número de intersecciones el valor tiende a 0, y al quitar una intersección el punto se desplazará hacia el 1, en donde la velocidad del cambio es proporcional al valor de la proporción de la intersección en cuestión.

**Figura 3**  
**Propuesta del cubo unitario probabilístico tridimensional.**



- iv) Los ejes dinámicos se deben adaptar a casos específicos evaluando el macro y el microambiente.
- v) Los puntos por área específica tendrán un comportamiento fractal.
- vi) La distancia entre 0 y 1 es infinita (propiedad de los números reales).
- vii) Existen áreas de concentración probabilística tridimensional, que delimitan y facilitan el análisis de la muestra estudiada.

En la **figura 3** se observa que cuando los valores tienden a 0 la complejidad de la enfermedad es mayor, caso contrario de cuando el valor resultante tiende a 1, que disminuyen las comorbilidades y el sujeto se ubica en un área que tiende al bienestar total.

Si asumimos el cubo como regiones probabilísticas en un tiempo determinado, se podrán establecer áreas probabilísticas de riesgo en base a los datos analizados, tal y como sucede con las regiones probabilísticas para encontrar un electrón.

Retomando lo mencionado previamente, al tener la medida unitaria (0,1) tendremos en el área del cubo unitario tridimensional un total de 1.000 espacios, lo que facilitará encontrar el área que ocupa un sujeto o un grupo de sujetos con respecto a las regiones de mayor comorbilidad (cuando los valores resultantes tienden a 0,0,0) y menor comorbilidad (cuando tienden a 1,1,1). De esta manera, podemos medir el desplazamiento en 998 regiones diferentes recordando que (0,0,0) y (1,1,1) no son resultados probabilísticos, sino que ya son hechos; de esta manera, para cada cubo (1/1.000) debemos establecer sus límites mínimo y máximo probabilístico (0,001, etc.).

Por último, el análisis final estará dado por la posición del área resultante y sus vecindades, por lo que podremos evaluar qué eje tiene mayor influencia y probabilidad de ser el pivote. El área resultante es el área tridimensional probabilística de ocurrencia. Así, las unidades probabilísticas tridimensionales sirven para localizar en el espacio probabilístico tridimensional un lugar específico de concentración de casos.

## DISCUSIÓN

Reflexionando sobre lo presentado en el presente artículo, consideramos fundamental la formación de grupos multidisciplinarios integrados por físicos y astrofísicos, con la finalidad de adaptar las ecuaciones de la mecánica cuántica al análisis de la dinámica de las poblaciones. De esta manera, será posible generar ecuaciones de las áreas probabilísticas en donde se encuentren los diferentes sujetos según sus comorbilidades, o bien por delimitaciones de inecuaciones o intervalos de solución con  $(x,y,z)$ .

Por otro lado, al identificar las causas que generan un efecto, no hay que olvidar que éstas son el resultado de una cadena de eventos hacia el pasado (eventos retrospectivos casi infinitos). En otras palabras, en teoría, el origen de todos los eventos actuales son el *Big Bang*, el flujo de la aleatoriedad y los sistemas dinámicos, hasta llegar al efecto que se analiza en la actualidad. Por tanto, cada comorbilidad tiene su historia a lo largo del tiempo para cada sujeto desde que es concebido; sin embargo, vale la pena considerar que existen millones de precondiciones para que este sujeto haya sido concebido. Cualquier probabilidad calculada, por mínima que sea, es mayor a la probabilidad de que un sujeto exista en la tierra.

Para entender un sistema dinámico debemos analizar las condiciones iniciales, y lo mismo

ocurriría en la medicina, por lo que es necesario considerar que en los ejes dinámicos del cubo probabilístico se deben establecer las condiciones iniciales por caso o grupo; de no ser así, solo se estaría describiendo la medición en un pequeño espacio y tiempo. En medicina, en teoría, tenemos que encontrar la causa que origina el sistema dinámico en cuestión, ya que nada se genera espontáneamente, por lo que cada comorbilidad tiene una causa previa con respecto a la cadena de eventos posteriores, partiendo de una dependencia estadística entre cada comorbilidad o causa. De ahí la utilidad del árbol de decisiones.

A modo de conclusiones, decir que la dinámica está dada por las comorbididades: a mayor cantidad, mayor dinámica o aceleración hacia cero, y viceversa.

Las leyes físicas son las mismas en todo el universo, pero con pocas variaciones se pueden generar grandes cambios provocados por los atractores, como en el caso del modelo meteorológico de Lorenz y el efecto mariposa (todo basado en cambios y leyes físicas).

La entropía es la medida del desorden molecular en un cuerpo y aumenta siempre debido a que las configuraciones desordenadas son también las más probables, al igual que en los desplazamientos humanos.

El principio de incertidumbre de Heisenberg se basa en la casi nula localización del electrón por su cercanía al núcleo, su masa y su velocidad, por lo que es casi imposible saber dónde está, y lo mismo podría pasar con el sujeto en los ejes dinámicos, ya que los atractores hacen casi imposible predecir su comportamiento en el espacio-tiempo. En el caso del cubo probabilístico, su tendencia se dirigiría hacia uno o cero.

La velocidad es igual a distancia sobre tiempo, por lo que si no hay movimiento no hay tiempo, ya que el momento temporo-espacial no es el mismo en dos sujetos. Aunque compartan un momento específico, no comparten el mismo espacio, por lo que su historia natural de la enfermedad es diferente, pese a que dichas diferencias sean casi imperceptibles.

Heisenberg escribió en la formulación de la ley de casualidad que “*si conocemos el presente precisamente podemos predecir el futuro*”, lo que es falso, ya que no podemos conocer el presente con todo detalle, ni siquiera en principio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Faculty of Science, Oviedo. High Energy Physics Theory Group, Physics Department Oviedo University, Spain. Workshop: Holography and Quantum Gravity 5 & 6 October 2017, Disponible en: <https://www.i-cpan.es/exposcern/docs/oviedo/Interacciones-cuanticas.pdf> [consultado el 4 de marzo de 2020].
2. Arch-Tirado E, Rosado-Muñoz J. Ciencias de la complejidad y caos como herramientas en el análisis de la proliferación de vectores y zoonosis. *Cir Cir* 2009;77:341-350
3. Álvarez Nodarse R. Una introducción a la Mecánica Cuántica para “no iniciados”, Departamento de Análisis Matemático, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla. Disponible en: <https://www.imus.us.es/FISMAT15/MC/cuantica.pdf> [consultado el 4 de marzo de 2020]
4. Davies PCW. Introducción A Physics and Philosophy de Werner Heisenberg. *Vivat Academia*, 2007;87:1-16.
5. Organización Mundial de la Salud. Preguntas más frecuentes ¿Cómo define la OMS la salud? Disponible en: <https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions> [consultado el 3 de marzo de 2020].

6. Facultad de Farmacia. Universidad de Alcalá. Los gases. Disponible en: [http://www3.uah.es/edejesus/resumenes/QG/Tema\\_6.pdf](http://www3.uah.es/edejesus/resumenes/QG/Tema_6.pdf) [consultado el 5 de marzo de 2020].
7. Navarro J. El Principio de Incertidumbre de Heisenberg. ¿Existe el mundo cuando no lo miras? National Geographic, España, 2012.
8. Universidad Tecnológica de México. Estadística 1. México, 2006.