LA TEORÍA METAFÍSICA DE LA PROPENSIÓN DE LA MECÁNICA CUÁNTICA DE KARL POPPER

Trabajo de Grado para optar el título de Licenciado en Filosofía y Letras

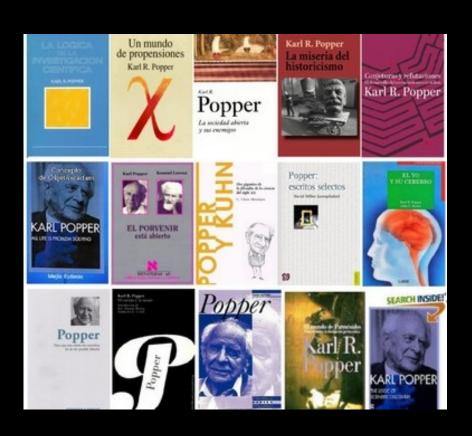
DAVID COLORADO RODRÍGUEZ



KARL RAIMUND POPPER

1902-1994

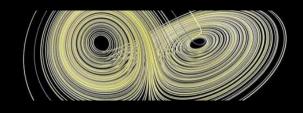




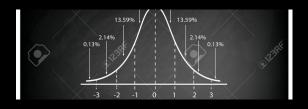
OBJETIVO GENERAL: EXHIBIR LA TEORÍA METAFÍSICA DE LA PROPENSIÓN DE LA MECÁNICA CUÁNTICA DE KARL POPPER.



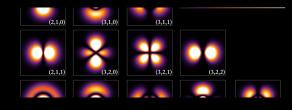
1. Identificar las principales relaciones existentes entre la metafísica y la ciencia según la epistemología del racionalismo crítico.



2. Reconocer el trasfondo filosófico de la propuesta propensivista de la mecánica cuántica.
(a) el objetivismo,
(b) el realismo, y (c) el indeterminismo.



3. Examinar tres de las principales interpretaciones de la teoría del cálculo de probabilidades que podrían ser empleadas en la interpretación de la mecánica cuántica: frecuencial, subjetiva y propensional.



4. Evaluar a través de la interpretación propensivista dos postulados de la escuela de Copenhague: (a) principio de indeterminación y (b) principio de complementariedad.

PARTE I: EL
TRASFONDO
FILOSÓFICO DE LA
FILOSOFÍA DE LA
CIENCIA DE KARL
POPPER

- CAPÍTULO 1: EL
 OBJETIVISMO Y LOS
 PROGRAMAS METAFÍSICOS
 DE INVESTIGACIÓN
- CAPÍTULO 2: REALISMO E INDETERMINISMO EN LA CIENCIA

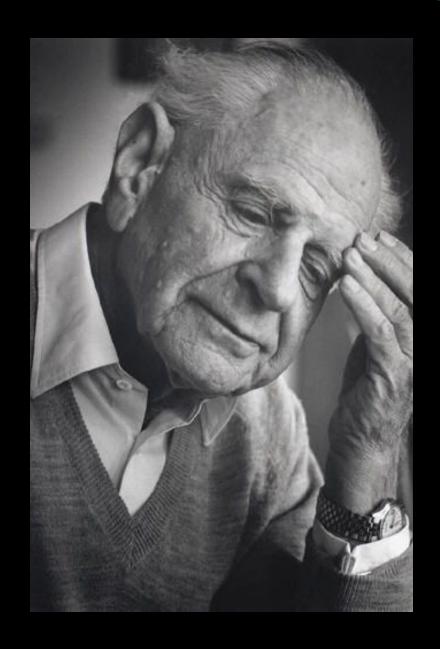
PARTE 2:
PROBABILIDAD Y
MECÁNICA
CUÁNTICA

- CAPÍTULO 3: PROBABILIDAD
- CAPÍTULO 4: MECÁNICA CUÁNTICA Y LAS PROPENSIONES FÍSICAS

CAPÍTULO 1: EL OBJETIVISMO Y LOS PROGRAMAS METAFÍSICOS DE INVESTIGACIÓN.

- (1) el criterio de demarcación.
- (2) el problema de la inducción (o problema de Hume).
- (3) el criterio falsabilista de las ciencias empíricas.

- (4) la idea de verdad objetiva o verosimilitud.
- (5) la idea de programas metafísicos de investigación.



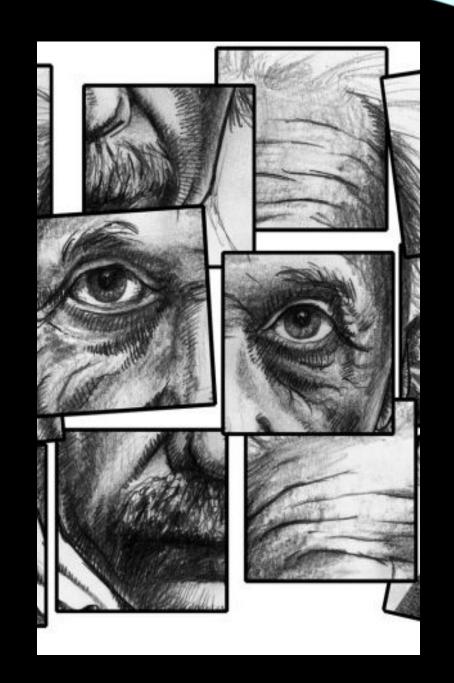
EL CRITERIO DE DEMARCACIÓN EN LAS CIENCIAS EMPÍRICAS

Durante las primeras décadas del siglo XX :

- Discursos de la ciencia empírica estarían determinados por (i) una supuesta base observacional y (ii) por el recurso al método inductivo.
- las pseudociencias y la metafísica se caracterizarían por su método especulativo.

No obstante,

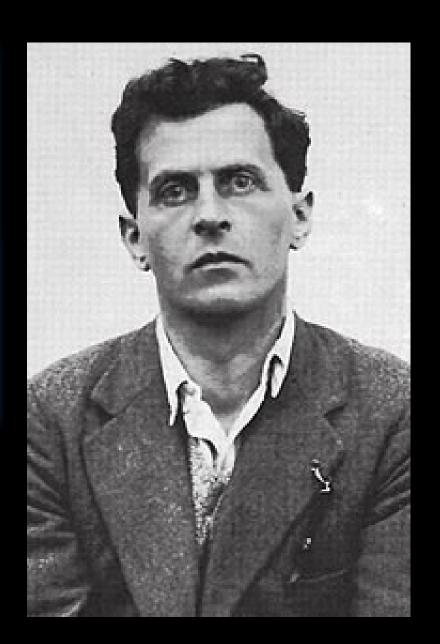
- (1) surgieron nuevas teorías en la física moderna como la teoría de la relatividad de Albert Einstein, que en palabras de Popper se mostraban: 'sumamente especulativas y abstractas', por lo que se alejaban de aquella supuesta base observacional; y por otro lado,
- (2) la apelación al método inductivo que supuestamente caracterizaba a las teorías científicas, pese a diferentes intentos, no encontraba ningún tipo de justificación lógica debido al problema de Hume. De modo que dicho criterio



El positivismo lógico

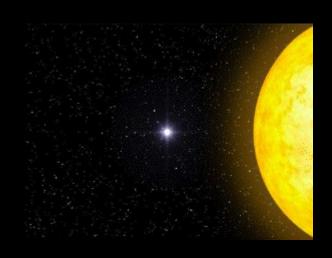


Durante las tres primeras décadas del siglo XX se consolidó la corriente filosófica del **positivismo lógico**, con la presencia de filósofos y lógicos como Rudolf Carnap, Carl Hempel, Moritz Schlick y Wittgenstein; de matemáticos como Gustav Bergman, Kurt Gödel, Hans Hahn; del físico Philip Frank; del sociólogo Otto Neurath, entre otros académicos e intelectuales de la época.



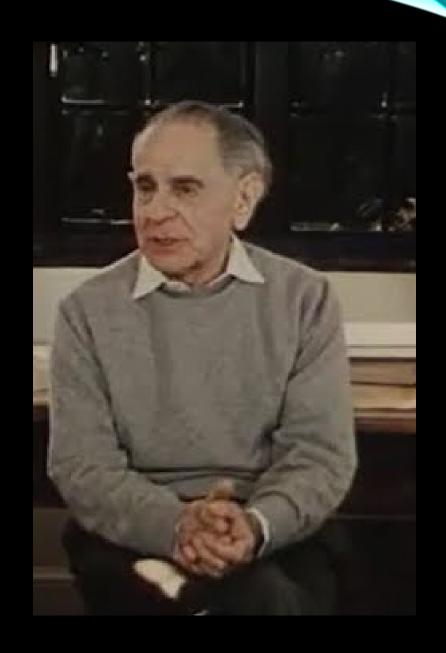
CRITERIO DE DEMARCACIÓN FALSABILISTA

El criterio falsabilista de Popper germina como inspiración acerca de una apropiada *actitud* que debe poseer el científico o investigador.



En 1919 el astrónomo Arthur Eddington con el propósito de probar la predicción de la teoría de la relatividad de Einstein, efectuó un par de expediciones científicas para observar el eclipse solar de ese año.

- Los enunciados base de una teoría deben ser lógicamente falsables.
 - Susceptibilidad lógica de que la teoría pueda ser falsada.
 - Posibilidad de una eventual confrontación entre una conjetura y la experiencia.



PROBLEMA DE LA INDUCCIÓN

Problema lógico

"¿cómo que partiendo de casos de los (reiterados) que tenemos lleguemos mediante razonamiento a otros casos (conclusiones) de los que no tenemos ningún tipo de experiencia?"

R/ siendo cualesquiera el número no se deriva ninguna razón lógica para suponer que aquel

Problema psicológico

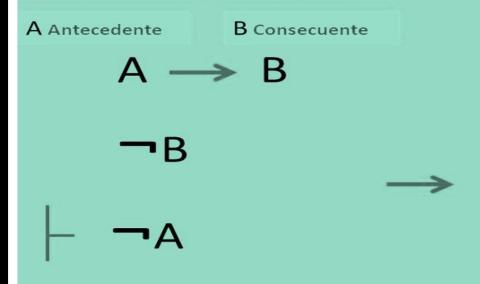
validez lógica, aún confiando en ellas?

principalmente de la costumbre o el hábito.



MODUS TOLLENS

Expresión latina que significa «modo que niega», y en su forma completa de modus tollendo tollens, modo «que niega negando», y que se aplica a la regla de inferencia de lógica de enunciados, que tiene el siguiente esquema:



Regla de inferencia que si consta de un condicional y la negación del consecuente, se concluye con la negación del antecedente.

→ Signo lógico que representa el condicional. Si ... entonces ... Si se da el antecedente (A) entonces ocurrirán las consecuencias, (B) el consecuente

LA NOCIÓN DE VERDAD

Teorías de la verdad como correspondencia:

- Versión clásica de Aristóteles
- Teoría pictórica de Wittgenstein
- Concepción semántica de la verdad (Tarsky)

La verdad objetiva no es:

- Verdad verídica (certeza)
- Probabilidad
- Lo consistente (o coherente)
- Lo útil (pragmatismo o instrumentalismo=
- evidencia



METODOLOGÍA FALSABILISTA

- Falsada: si el experimento refuta la teoría.
- Corroborada: si la teoría sobrevive a numerosos intentos de falsación.

Confirmacionismo o verificacionismo debil: Grado de confirmación (carnap)

- Probabilidad inductiva
- Ejemplos de h que apoyan a h

Falsabilismo: Grado de corroboración (Popper)

- Verosimilitud
- Solamente contrastaciones autenticas pueden respaldar h

Las diferentes clases de teorias

(1) las teorías formales como la lógica y la matemática.

(2) Las teorías de la ciencia empírica, y

pueden ser claramente susceptibles de falsabilidad lógica, una circunstancia que implicaría que éstas —quizá— puedan ser eventualmente sujetas a la experimentación o refutabilidad empírica.

serían fundamentalmente **demostrables**, pero si acaso

quisiéramos intentar refutar una de aquellas teorías,

sencillamente la pondríamos a prueba —por ejemplo—

tratando de refutar o comprobar su negación (a esto se

le conoce como *método de reducción al absurdo*).

(3) las teorías metafísicas o filosóficas.

en evidencia de su constitución especulativa, no podrían ser debidamente demostrables, como tampoco refutables; no obstante Popper arguyó que es posible desarrollar y discutir racionalmente algunas de las teorías de índole metafísico, bajo la condición de que aquellas manifiesten la característica primordial de determinar el tipo de problemas que la misma teoría estaría intentando solucionar.

RELACIONES ENTRE LA CIENCIA Y LA METAFÍSICA, SEGÚN EL RACIONALISMO CRÍTICO DE POPPER

- **DE POPPER**Ω RELACIÓN DE APOYO O CONTRIBUCIÓN: los enunciados de la filosofía, o de la metafísica, pueden generar valiosos aportes al campo estrictamente científico. una vez se admite que la especulación metafísica, que es susceptible de discusión racional como es el caso del atomismo de Leucipo y Demócrito—, puede influir profunda y constantemente en las teorías científicas, se reconoce que la metafísica ciertamente puede efectuar apreciables contribuciones para el desarrollo de la ciencia.
- Ω RELACIÓN DE ORIGEN: la gran mayoría de las teorías de la ciencia, emergieron de enunciados —que en principio— fueron consideradas como meras especulaciones metafísicas, por ejemplo, la teoría corpuscular de la luz y el atomismo.
- Ω RELACIÓN PROGRAMÁTICA O INVESTIGATIVA: los problemas más acuciantes de la ciencia empírica podrían ser solucionados con la asistencia de ideas que son en principio metafísicas; en aquella medida, los planteamientos metafísicos, y su conjunción con algunos enunciados científicos, forjarían alternativas que pueden proporcionar mejoras y avances en los problemas vigentes de la ciencia física, especialmente, en aquellas investigaciones donde no se encuentra una ruta potencial de investigación y trabajo.

CAPITULO 2: REALISMO E INDETERMINISMO

Realismo:

- Las dos caras del sentido común:
 - Realismo (actitud sensata).
 - Teoría de la cubeta de la mente.
- Popper no es un realista ingenuo.
 - Lo 'real' es un ideal regulativo.
 - La observación no es neutral, hay una carga teórica de la observación.
 - Lo 'real' no viene implicado por la certeza de una teoría, sino por la posibilidad de que una teoría sea refutada.
- Crítica al esencialismo.
 - La definición esencialista (precisa)
 - Propiedades esenciales. (intrínsecos o propiedad de las cosas)

Idea intuitiva del determinismo:





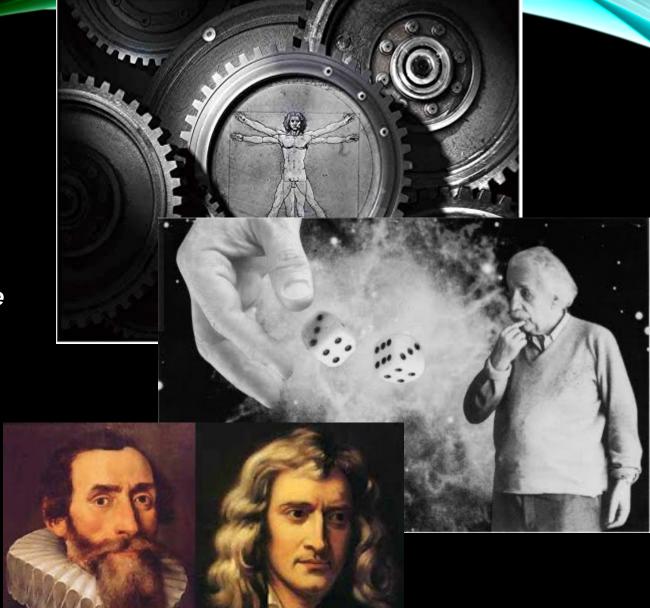




el pasado como el futuro coexisten en la misma película, o lo que es lo mismo, que ambos (pasado y futuro) ya se encuentran completamente prefijados.

Tipos de determinismo:

- Determinismo religioso
- Determinismo «científico» o laplaciano
 - Versión débil
 - Versión fuerte
- Determinismo metafísico
- Determinismo del sentido común o prima facie
 - Versión básica
 - Versión sofisticada



Argumentos que ofrece Popper para señalar el carácter indeterminista de toda la ciencia física:

- Critica a la relación entre determinismo y causalidad
- Critica al Principio de poder dar razón
 - Versión fuerte
 - Versión débil
- La distinción entre determinismo prima facie y determinismo científico
- Critica a la versión fuerte del determinismo laplaciano que recurre a las ideas del matemático Hadamard
- Teorías como redes
- Asimetría pasado y futuro

La teoría cuántica

Cisma o crisis de comprensión

interpretación de Copenhague

confusiones entorno al realismo, el indeterminismo, y el objetivismo.

Determinismo

No hay probabilidad objetiva

Interpretación subjetiva de la probabilidad

INDETERMINISMO Y LAS PROPENSIONES

Al rechazar el determinismo abrimos camino a las propensiones

Objetividad

- La objetividad de Popper no pretende ofrecer razones positivas.
- La objetividad refiere a la constante crítica racional que debe efectuarse tanto a las teorías e hipótesis de la ciencia, como a las presuntas observaciones que muchos suponen "puras", "desnudas", desinteresadas y sin prejuicios.
- Si bien nunca sería posible alcanzar una teoría con certeza definitiva, ni observaciones que supongamos sin ningún tipo de lente, filtro, interés o prejuicios originarios por alguna expectación o teoría, es posible que gracias a la constante crítica racional podamos obtener una mayor verosimilitud sobre nuestras teorías y observaciones.

Realismo

Popper defiende el realismo, es decir, la posición de que existe un mundo independiente de nuestras *creencias*, el cual, sólo lograríamos conocer parcialmente a través de arriesgadas conjeturas que nos revelan parte de aquella realidad (que por cierto podemos seguir discutiendo y depurando críticamente).

indeterminismo

- la indeterminación es una circunstancia cosmológica que garantiza el universo abierto y emergente.
- el indeterminismo aparece en la cosmología propensivista como el generador que posibilita el surgimiento de nuevas posibilidades o propensiones físicas en el universo.
- Puesto que el indeterminismo de Popper no se encuentra sujeto a la interpretación subjetiva de la probabilidad, es posible concebir un indeterminismo realmente objetivo

"Mi propia perspectiva es que el **indeterminismo** es compatible con el **realismo** y que la percepción de este hecho hace posible adoptar consistentemente una epistemología **objetivista**, una interpretación objetivista de toda la teoría cuántica y una interpretación objetivista de la probabilidad".

POPPER, Karl. Post Scriptum a La lógica de la investigación científica, vol. III: Teoría cuántica y el cisma en física. Madrid: Editorial Tecnos, 1985, p. 190.

La interpretación de la teoría de la probabilidad constituye un aspecto de vital importancia a la hora de pretender descifrar cada uno de los diferentes enigmas de la mecánica cuántica.

- Cada interpretación de la teoría de probabilidad que se pueda adoptar en la física cuántica (dígase: subjetiva, frecuencial, o propensional) implica que se producirá cierta predilección de algunas explicaciones sobre otras. Es decir que dependiendo de cuál sea la interpretación del cálculo de probabilidad asumida por el físico experimental en el campo de la teoría cuántica, se forjarán —consecuentemente— ciertas regulaciones para las posibles interpretaciones de lo que a nivel cuántico podría conjeturarse que sucede. No obstante, es de notar que existen diferentes tipos de interpretación sobre la teoría del cálculo de probabilidad, y como habría de suponerse por las denotadas diferencias existentes entre cada una de ellas, conducen a posibilidades de explicación dispares e incompatibles entre sí.
- No toda interpretación de la probabilidad contribuye a resolver ciertos problemas específicos que repercuten
 en la teoría de la mecánica cuántica, como sucede por ejemplo con el problema que refiere al análisis de la
 probabilidad de los sucesos singulares.
- No cualquier teoría de la probabilidad permite soportar en la física cuántica, lo que en palabras de Popper sería una imagen coherente e inteligible del mundo.

CAPÍTULO 3: PROBABILIDAD

- Usos o sentidos de la palabra 'probabilidad':
 - «probabilidad» de una hipótesis
 - Probabilidad de eventos
 - Probabilidad inferencial



- Cálculo de probabilidad
 - P(a,b)=r
 - P(a) = r
- Tratamiento:
 - Fundamentos axiomáticos
 - Estudios de las interpretaciones

Interpretaciones Interpretaciones subjetivas objetivas Interpretación Interpretación clásica bayesiana Interpretación Interpretación lógico-subjetiva frecuencial Interpretación propensivista

"Las interpretaciones objetivas suponen que la probabilidad de que salga cara en una tirada depende solamente de las condiciones físicas u otras similares y no del estado de nuestro conocimiento. Y llamaré 'subjetivas' a aquellas interpretaciones que consideran que la probabilidad de que salga cara depende del estado de nuestro conocimiento (subjetivo) o quizá del estado de nuestras creencias". (POPPER, Karl. Realismo y el objetivo de la ciencia. Madrid: Editorial Tecnos, 1985, p. 327-328.)

Interpretación clásica

- Característica: P=CF/CP (CP
 equiposibles), principio de
 indiferencia
- Problemas: La definición es circular, no es aplicable a casos desiguales, no puede ofrecer conclusiones estadísticas, al presuponer el P.I. se torna subjetivo.

Interpretación frecuencial

- Característica: se basa
 principalmente en
 el concepto de
 frecuencia relativa,
 concepto de
 colectivos: principio
 de aleatoriedad y
 principio de
 convergencia.
- Problemas: no existe sucesión ilimitada, al reordenar secuencias aleatorias se puede hacer que converja en cualquier valor entre [0,1], problema de la clase de referencia, problema de caso único o suceso singular.

Interpretación subjetiva

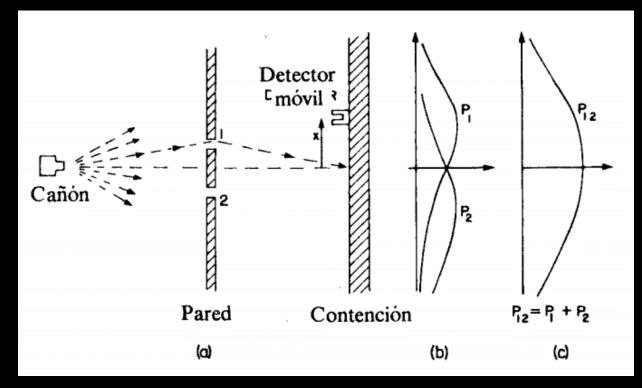
- Característica: mide nuestro
 conocimiento, o
 creencia en la
 aserción a, dada la
 información b.
- Problemas: las premisas noestadísticas no pueden ofrecer conclusiones estadísticas objetivas.

Interpretación propensivista

- Característica: la probabilidad se
 atribuye a las
 condiciones
 experimentales, y
 no a los colectivos.
- Problemas: problema de la
 clase de referencia,
 - problema de
 Humphreys o
 paradoja de
 Humphreys.

PÍTULO 4: MECÁNICA CUÁNTICA

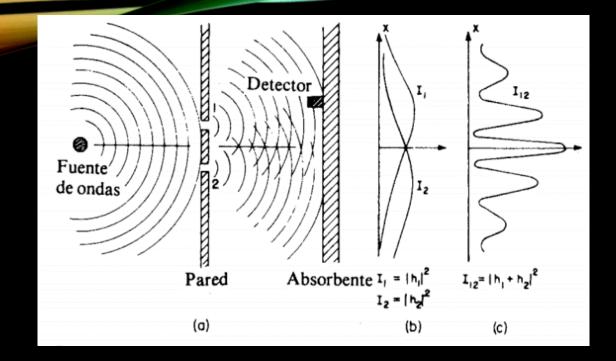
• Las partículas como proyectiles:



$$P_{12} = P_1 + P_2$$

Acquí lo importante de identificar es que la protoatoilidad com ambos aguireos abbientos (P_1 2), igrabansamas pastatiblotabled and ividual es daeunos de los aguireos pagripos apor Es eterria doquEs o decir, interferencia.

Las ondas en agua:



De lo anterior, luego de ciertos procedimientos formales que indica el físico, y omitiendo la constante de proporcionalidad, se puede obtener que:

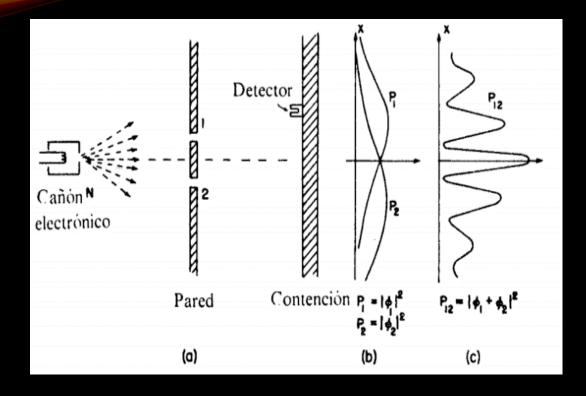
$$I_1 = \begin{bmatrix} h_1 \end{bmatrix}^2$$
, $I_2 = \begin{bmatrix} h_2 \end{bmatrix}^2$, $I_{12} = \begin{bmatrix} h_1 + h_2 \end{bmatrix}^2$

$$\begin{array}{c} I_{13} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \delta \\ \text{donde } \delta \text{ es el desfase entre } h_1 y h_2 \end{array}$$

$$\text{donde } \delta \text{ es el desfase entre } h_1 y h_2 \end{array}$$

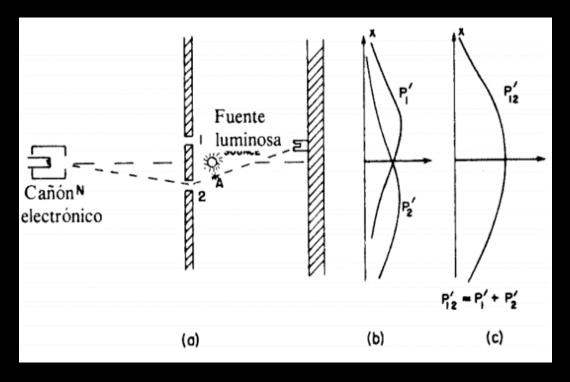
Aquí lo importante es considerar que , de modo que las probabilidades no son aditivas, y, por ende, Aquí lo importante es considerar que $I_{12} \neq I_1 + I_2$, de modo que las probabilidades no son aditivas, y, por encontramos que hay interferencia. ende, encontramos que hay interferencia.

Experimento con electrones:

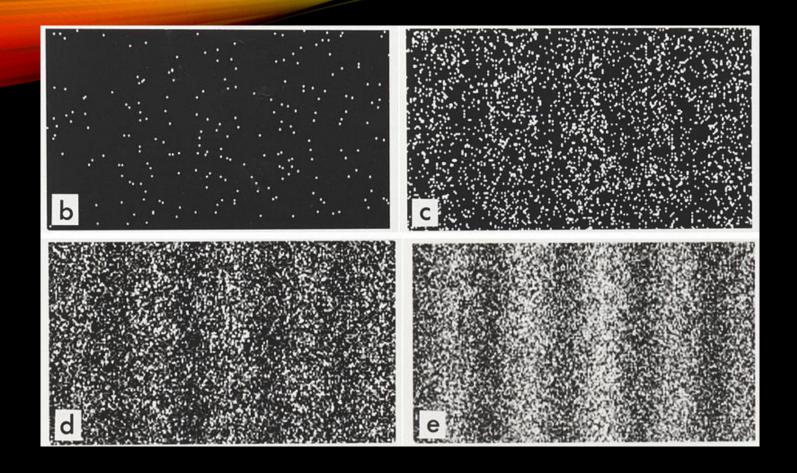


el resultado del experimento com los cossaggijeros abbietos, generala la ucuava, de la parte (c) de la imagem. Demodolo que para las particultas les ultas oltes que que para las particultas les ultas oltes que que para la la particulta de la pa

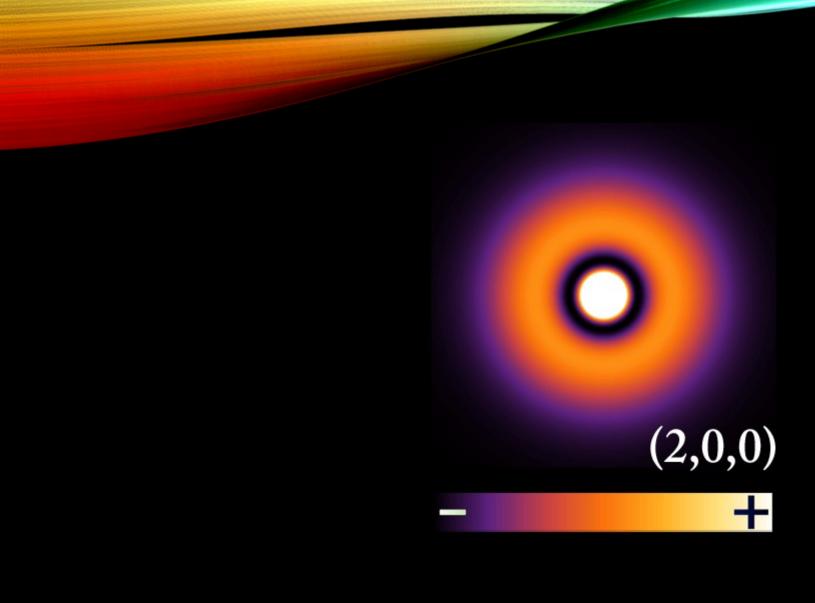
Experimento con electrones (observándolos):



¿cuátiles la probabilidad total, es decir, la probabilidad de que el electrón que illegacal a la contene i ción passe prorucula lo a iera jerje? de la espese testa esequeda probibibilidad do tal, o . Poua rob tratamos de ver patemas agujero passa flas electrones no el



Se puede ver claramente que los electrones llegan en bultos idénticos (incluso llegan de uno en uno), pero finalmente forman un patrón de bandas distintivo de los procesos de interferencia.



Interpretación de Copenhague:

• [...] según el **principio de indeterminación**, establecido por Werner Heisenberg, existen pares de propiedades que no son *decidibles simultáneamente*. Por ejemplo, si un estado puro atribuye un valor preciso a la magnitud *posición*, entonces todas las propiedades correspondientes a valores precisos para la magnitud *cantidad de movimiento* deberán estar indeterminados. La posición y la cantidad de movimiento constituyen un par característico de 'magnitudes incompatibles', que no se pueden medir simultáneamente con la misma precisión.

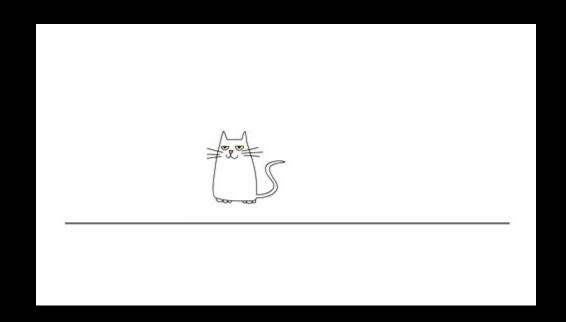
CHIARA, Dala y DI FRANCIA, G. Toraldo. El enigmático mundo de los *cuantos*. Confines: introducción a la filosofía de la ciencia. Barcelona: Editorial Crítica, 2001, p. 140.

 Principio de complementariedad de Bohr: este principio sentencia que lo ondulatorio y lo corpuscular son circunstancias complementarias de una misma realidad, pues como explica el propio Heisenberg: "Bohr consideraba que las dos imágenes —ondulatoria y corpuscular— eran dos descripciones complementarias de la misma realidad".

HEISENBERG, Werner. Física y filosofía. Buenos Aires: Editorial la Isla, S. R. L., 1959, p. 29.

Problema de la medición cuántica





CRÍTICAS DE POPPER A LA INTERPRETACIÓN DE COPENHAGUE

- Popper manifestó una férrea oposición a las concepciones antirrealistas y subjetivistas que, consideró, subsisten en la interpretación de Copenhague.
- Se enfrenta especialmente al denominado "indeterminismo cuántico", el cual supondría que el recurso a la teoría de probabilidad surge fundamentalmente a causa de la nesciencia del sujeto.
- El indeterminismo es una circunstancia cosmología, no procede de la nesciencia.
- Según el autor, esto conduciría a absurdas consideraciones interpretativas, pues se presumiría.
 erróneamente que el observador estaría desempeñando un papel crucial en la naturaleza misma de la realidad subatómica (colapso de la función de onda).
- Instrumentalismo.
- La interpretación de Copenhague no habla de las partículas (como tal) sino de 'nuestro' conocimiento de ellas.

Según Popper: "[...] la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica, es casi universalmente aceptada. En breves palabras, dice que 'la realidad objetiva se ha esfumado' y que la mecánica cuántica no representa partículas, sino más bien nuestro conocimiento, nuestra observación, nuestra conciencia de las partículas".

las fórmulas de **relaciones de incertidumbre**, que fueron entendidas por la interpretación de Copenhague como "[...] límites a nuestro conocimiento subjetivo", y no como "relaciones de dispersión objetivas y estadísticas".

El ^cprincipio de la complementariedad de Bohr, que en conjunción con la interpretación subjetiva de la probabilidad, ocasiona serios problemas de índole epistemológica y, principalmente, de índole ontológica, ya que dicho principio insistiría abiertamente en el supuesto carácter ininteligible del mundo subatómico (problema epistemológico), y como si fuese poco, también le estaría confiriendo una suerte de sometimiento o dependencia del estado y estructura de un objeto microfísico a un sujeto observador (problema ontológico).

Las tesis de Popper en el *Post Scriptum* que controvierten la interpretación de Copenhague

- 1. Los problemas que busca resolver la teoría cuántica son esencialmente estadísticos, y estos tratan sobre la energía y la materia.
- 2. Las cuestiones estadísticas exigen, esencialmente, respuestas estadísticas.
- 3. En la MC el recurso a la probabilidad no se debe a: 1) la carencia de conocimiento, y 2) la intrusión del sujeto u observador en la teoría cuántica. Además, es un equívoco la intrusión del "observador" en la mecánica cuántica, como un supuesto componente necesario del "colapso de la función de onda".
- 4. Un incorrecto tratamiento de la teoría de la probabilidad puede llevar a*l gran embrollo cuántico*.
- 5. Las fórmulas de Heisenberg no son límites reales e insuperables a la precisión de nuestro conocimiento, son, más bien, "relaciones estadísticas de dispersión".
- 6. Toda partícula, a diferencia de lo que establece la Interpretación de Copenhague, poseería una posición y un momento precisos. En consideración del autor, si bien no podemos conocer con absoluta precisión aquellas magnitudes para ninguna partícula individual, esto no quiere decir, o, mejor dicho, no implica lógicamente que una partícula en sí misma carezca de un momento y una posición definida.

Las tesis de Popper en el *Post Scriptum* que controvierten la interpretación de Copenhague

- 7. La **interpretación de Copenhague** también logra aceptar que la dispersión que muestra las fórmulas de Heisenberg son esencialmente estadísticas. No obstante, apunta a que esta interpretación no se estaría percatando del importante hecho de que para encontrar "[...] mediciones, que tienen que ser más precisas que la dispersión", es necesario emplear mediciones que sean a su vez **retrodicciones**; así como tampoco se percataría de que aquellas mediciones retrodictivas servirían a su vez para contrastar la teoría.
- 8. Existe una estrecha relación entre la teoría de la mecánica cuántica y la interpretación del cálculo de probabilidades. Popper le confiere realidad a las **propensiones**, pero no como propiedades singulares de las cosas físicas, sino como propiedades relacionales de la *situación objetiva* o como propiedades disposicionales.
- 9. La denominada 'reducción del paquete de ondas' o 'derrumbamiento del vector estado', no sería un efecto exclusivo de la teoría cuántica, sino de toda la probabilidad.
- 10. Según Popper, su interpretación propensivista resuelve la relación entre las partículas y la función de onda, porque establece que las partículas son reales, con una posición y momento definidos, en tanto que el campo de propensión (u ondas) refiere a todo el arreglo experimental o situación objetiva.

Las tesis de Popper en el *Post Scriptum* que controvierten la interpretación de Copenhague

- 11.Si bien las partículas y los campos de probabilidades (o campos de propensiones u ondas) son reales, es una equivocación aseverar que existe una presunta «dualidad» entre ellos.
- 12.El error de considerar una presunta «dualidad» entre partícula y onda se debe "[...] a las esperanzas que crearon de Broglie y Schrödinger de formular una teoría ondulatoria de la estructura de las partículas". Si bien este intento había fracasado, según Popper la interpretación de la dualidad onda-partícula persistió erradamente.
- 13.La física clásica y la moderna son ambas teorías indeterministas.

LA INTERPRETACIÓN DE POPPER DEL EXPERIMENTO DE LA DOBLE RENDIJA

¿Cómo puede influenciar el hecho de que la otra ranura este abierta o cerrada en aquella producción de franjas? Frente a ello, Popper respondió con su teoría propensivista que: "[...] es la totalidad de la disposición experimental la que determina las propensiones".

¿cómo 'saben' las partículas, si la otra rendija está abierta o cerrada?, la respuesta de Popper es: "la partícula no necesita 'saber' nada; ella simplemente interactúa con la pantalla (que 'sabe'), según las leyes de la conservación del momento y de la periodicidad espacial; o, más exactamente, interactúa con la totalidad de las disposiciones experimentales".

Ya sabemos que para Popper los cambios de la situación objetiva cambian las propensiones, pero hace falta comprender cómo explica físicamente el efecto de interferencia en el experimento de la doble rendija.

Karl Popper, para explicar éste fenómeno que ocasiona las ondas, también recurre —aparte de la propia idea original de Popper sobre las propensiones estadísticas— a los planteamientos teóricos del físico Alfred Landé sobre la aplicación de lo que él denominó *la tercera regla cuántica de Duane*; hipótesis que presume posibilitaría la explicación física y racional del patrón de interferencia en el experimento de las dos rendijas, y de otros fenómenos similares.

"La difracción de electrones y los similares fenómenos de ondulación relacionados, sostiene Landé, pueden explicarse por la acción puramente mecánica de las partículas sin interferencia de las ondas. En el caso específico del experimento de las dos rendijas, una partícula incidente reacciona no a una rendija individual sino a toda la situación experimental. Una pantalla con una rendija tiene componentes espaciales periódicos de varias longitudes que componen su forma geométrica; y una pantalla con dos rendijas tiene un conjunto diferente de longitudes. Dado que los diversos componentes de la longitud L dan lugar a transferencias de impulso $\Delta p = h / L$ respectivamente, los dos casos de una y dos rendijas producen ángulos de desviación diferentes con intensidades diferentes. El diafragma con su estructura de hendidura actúa como un cristal. El electrón cambia su impulso en reacción a los componentes armónicos de la distribución de materia de la pantalla de dos rendijas en su conjunto; el electrón desviado puede que ni siquiera sea idéntico al incidente. Todo lo que importa es la conservación de la carga y el momento total durante la reacción entre el electrón y el difractor. La diferencia entre la curva producida por las balas y la curva producida por los electrones es que con los electrones la periodicidad espacial de la pantalla se vuelve relevante. Landé no da una detallada explicación matemática de cómo sucede todo esto . BARTLEY III, William en: The Philosophy of Karl Popper, edited by Paul Arthur Schilpp, Two Volumes, La Salle: Open Court, Library of Living Philosophers, 1974, p. 684-685.

LAS °RELACIONES DE INCERTIDUMBRE° A PARTIR DE LA INTERPRETACIÓN PROPENSIVISTA DE LA MECÁNICA CUÁNTICA

Comúnmente se piensa que el principio de incertidumbre conlleva considerar que no podemos conocer de forma precisa, y simultáneamente dos magnitudes conjugadas de una partícula subatómica como lo son (I) la posición y el momento, (II) la energía y el tiempo, (III) el momento angular y la posición angular, y (IV) el momento de inercia y la velocidad angular.

Si bien lassidónmulas del el ditais de beropo (A, p. etc.), esce) con dun en y de te de aría uá natidad a no cess lícito uma intempretación de éstas fórmulas como la propuesta por Heisenberg, que sentencie la 'prohibición' de mædición es más exactas..

La existencia de un presunto *límite* para la precisión que se pueda obtener, y que es indicado por Heisenberg, **no obedecería ciertamente a una consecuencia lógica** que se pueda deducir de las fórmulas de la teoría, según Popper, realmente se trataría de un **'supuesto separado o suplementario'**.

La limitación no es una ley de la naturaleza, tan solo es una muestra de lo homogeneidad estadística de nuestros resultados experimentales.

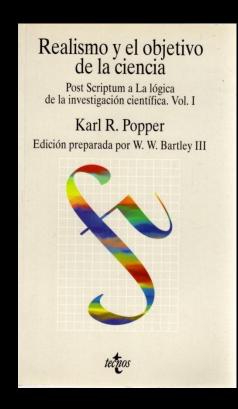
Si bien las fórmulas de Heisenberg parecen limitar la precisión de ciertas predicciones individuales, puesto que no podemos evitar en los experimentos repetibles (1) la dispersión de la energía cuando se emplean disposiciones para un pequeño límite del tiempo y (2) la dispersión del momento cuando se emplean disposiciones para una posición reducidamente limitada, sería posible medir el momento y la posición, o la energía y el tiempo, con una precisión superior a lo que las fórmulas de Heisenberg parecen consentir. La razón de ello es que los supuestos límites a la precisión de las predicciones individuales indicarían que "[...] hay ciertos límites a la homogeneidad estadística de nuestros resultados experimentales". Popper consideró que la homogeneidad estadística puede ser superada a través de una nueva visión de la teoría estadística reinterpretada como teoría de las propensiones.

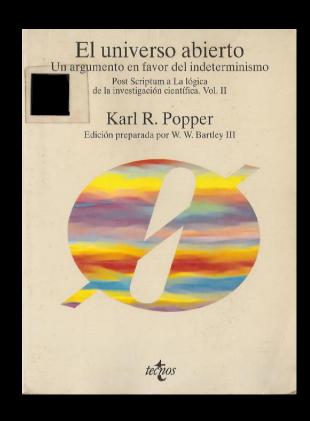
EL °PRINCIPIO DE COMPLEMENTARIEDAD° Y EL FALSO DUALISMO PARTÍCULA Y ONDA; PLANTEAMIENTOS DESDE LA INTERPRETACIÓN PROPENSIVISTA DE LA MECÁNICA CUÁNTICA

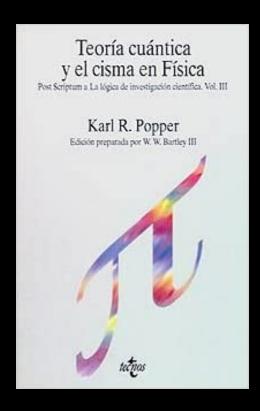
Popper encontró en este postulado serios problemas de índole epistemológica y, principalmente, de índole ontológica. Entre sus consideraciones se encuentra que dicho principio, junto con la interpretación subjetiva de la probabilidad, le estaría atribuyendo una suerte de sometimiento o subordinación del estado y estructura de un objeto microfísico a un sujeto observador (problema ontológico). Además, el principio de la complementariedad insiste abiertamente en el carácter ininteligible del mundo subatómico (problema epistemológico).

- El principio de la complementariedad es *ad hoc*.
- El principio de la complementariedad implica una renuncia al conocimiento satisfactorio de las partículas subatómicas
- El principio de complementariedad surge de un 'gran embrollo cuántico'
- No existe ninguna dualidad entre partícula y onda

EL POST SCRIPTUM DE POPPER (1982)







- 1. A. DÍEZ, José y MOULINES, Ulises. Fundamentos de la filosofía de la ciencia. Barcelona: Editorial Ariel S.A, 1999.
- 2. AUPING, John. Una revisión de las teorías sobre el origen y la evolución del universo: física, metafísica, ciencia ficción y (a)teología en la cosmología antigua y moderna. Mexico D.F: Universidad Iberoamericana, 2009.
- 3. BUNGE, Mario. Filosofía de la física. Barcelona: Editorial Ariel, 1982.
- 4. CALA, Favio y ESLAVA, Edgar. Mecánica cuántica: sobre su interpretación, historia y filosofía. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2011.
- 5. CARNAP, Rudolf. Fundamentación lógica de la física. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1969.
- 6. BOHR, Niels. La teoría atómica y la descripción de la naturaleza. Madrid: Alianza Editorial, 1988.
- 7. CHIARA, Dala y DI FRANCIA, G. Toraldo. Confines: introducción a la filosofía de la ciencia. Barcelona: Editorial Crítica, 2001.
- 8. DE LA TORRE, Alberto Clemente. Física cuántica para filo-sofos. México, D.F: Fondo de Cultura Económica, 2000.
- 9. DUHEM, Pierre. La teoría física, su objeto y estructura. Barcelona: Herder Editorial S.L., 2003.
- 10. ECHEVERRÍA, Javier. Introducción a la metodología de la ciencia. Madrid: Ediciones cátedra, S.A., 1999.
- 11. EINSTEIN, Albert. Mi visión del mundo. Editor digital: Titivillus. 1980.
- 12. FEYNMAN, Richard. El carácter de la ley física. Barcelona: Tusquets Editores, S.A., 2005.
- 13. FEYNMAN, Richard. Física. Volumen 1: Mecánica, Radiación y Calor. México D.F: Addison Wesley Longman, 1998.
- 14. GARCÍA, Alfonzo. Teorías de la verdad. Modos de significar. Madrid: Editorial Tecnos, 1997.
- 15. GILLIES, Donald. Philosophical Theories of Probability. London: Routledge, 2006.
- 16. GÓMEZ, Adolfo. Tres ensayos sobre Karl Popper. Calí: Editorial Santiago de Calí, 2001.
- 17. GÓMEZ, Adolfo. Lenguaje, comunicación y verdad. Calí: Universidad del Valle, 1997.
- 18. HACKING, Ian. El surgimiento de la probabilidad. Barcelona: Gedisa editorial, 1995.

19. HEISENBERG, Werner. Física y filosofía. Buenos Aires: Editorial la Isla, S. R. L., 1959

- 20. HEMPEL, Carl. Filosofía de la ciencia natural. Madrid: Alianza Universidad, 1973.
- 21. HEMPEL, Carl. Problemas y cambios en el criterio empirista de significado, en: La Búsqueda del Significado. Madrid: Editorial Tecnos, 1991.
- 22. MAYO, David. La estructura ontológica de las propensiones y causalidad indeterminista en el pensamiento de Karl Popper. 2014. Trabajo de fin de master en estudios avanzados en filosofía. Universidad de Salamanca. Facultad de filosofía.
- 23. MEJÍA, Jorge. Lógica, evolución y ontología: la teoría del conocimiento de Popper. Bogotá: Editorial San Pablo, 2009.
- 24. MILLER, David, comp. Popper: Escritos selectos. México, D.F: Fondo de Cultura Económica, 1995.
- 25. MOULINES, Ulises. Popper y Kuhn: dos gigantes de la filosofía de la ciencia del siglo XX. Madrid: Bonalletra Alcompas S. L., 2015.
- 26. OKASHA, Samir. Una brevísima introducción a la filosofía de la ciencia. México, D. F: Editorial Océano de México, S.A., 2007.
- 27. PEÑA, Luis. Química inorgánica. Bogotá: Editorial UD, 2013.
- 28. PETERSEN, Arne; MEJER, Jorgen. Comps. El mundo de Parménides. Barcelona: Paidós, 1999.
- 29. POPPER, Karl. Realismo y el objetivo de la ciencia. Post scriptum a la lógica de la investigación científica. Vol. I. Madrid: Editorial Tecnos, 1985.
- 30. POPPER, Karl. Conjeturas y refutaciones. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A., 1991.
- 31. POPPER, Karl. Conocimiento Objetivo. Madrid: Tecnos, 1974.
- 32. POPPER, Karl. El universo abierto: un argumento a favor del indeterminismo. Post scriptum a la lógica de la investigación científica. Vol II. Madrid: Editorial Tecnos, 1994.
- 33. POPPER, Karl. En búsqueda de un mundo mejor. Barcelona: Paidós, 1994.
- 34. POPPER, Karl. La lógica de la investigación científica. Madrid: Editorial Tecnos, 1980.
- 35. POPPER, Karl. La miseria del historicismo. Madrid: Taurus, 1961.

- 36. POPPER, Karl. La responsabilidad de vivir. Zaragoza: Editor digital Titivillus, 1994.
- 37. POPPER, Karl. La sociedad abierta y sus enemigos. Madrid: Editorial Paidós, 2006.
- 38. POPPER, Karl. Post scriptum a la lógica de la investigación científica, vol. III: Teoría cuántica y el cisma en física. Madrid: Editorial Tecnos, 1985.
- 39. POPPER, Karl. Un mundo de propensiones. Madrid: Editorial Tecnos, 1992.
- 40. PRADA, Blanca. Ciencia y política en Karl Popper. Bucaramanga: Editorial UIS, 2006.
- 41. QUERALTÓ, Ramón. Karl Popper, de la epistemología a la metafísica. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1996.
- 42. RIVADULLA, Andrés. Comp. Hipótesis y verdad en ciencia: ensayos sobre la filosofía de Karl R. Popper. Madrid: Editorial complutense S.A., 2004.
- 43. RIVADULLA, Andrés. Probabilidad e inferencia científica. Barcelona: Anthropos, 1991.
- 44. RUIZ, Eduardo. La observación en la palabra. La función de los experimentos imaginarios en la física cuántica 1927-1936. Tesis doctoral en historia de la ciencia, Universidad Autónoma de Barcelona, facultad de ciencias, 2012. Disponible en internet: https://tdx.cat/bitstream/handle/10803/96292/emrs1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 45. SKLAR, Lawrence. Filosofía de la física. Madrid: Alianza Editorial, 1994.
- 46. VILLANUEVA, Luis. Comp. La búsqueda del significado: lecturas de filosofía del lenguaje. Madrid: Tecnos, 1995.

- 47.ABELEDO. Horacio. La interpretación propensional de la probabilidad. En: Epistemología e historia de la ciencia; selección de trabajos de las XV jornadas volumen 11, Tomo 1, 2005.
- 48.AGAZZI, Evandro. Quanta in context. Einstein Symposion. Lecture Notes in Physics, Berlin: Springer, Vol. 100, 1979, p. 180-203.
- 49.ÁVILA, Roberto. Aproximación al concepto de determinismo. En: revista Cuestiones de Filosofía, 2008, no. 10. ISSN 0123-5095.
- 50.BARTLEY III, William. En: The Philosophy of Karl Popper, edited by Paul Arthur Schilpp, Two Volumes, La Salle: Open Court, Library of Living Philosophers, 1974.
- 51.BURGOS, Campo Elías. La lógica de la investigación científica. Segunda parte. En: La Lámpara de Diógenes. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, vol. 12, núm. 22-23, 2011.
- 52.CARNAP, Rudolf. La superación de la metafísica mediante el análisis lógico del lenguaje, en: El positivismo lógico. México D.F.: Editorial Fondo de Cultura Económica, 1959.
- 53.CHUAQUI, Rolando. Escuelas de interpretación del concepto de probabilidad. Revista Colombiana de Estadística. No. 5, 1982.
- 54.CORNEJO, Jorge. Sobre la estructura lógica de la física. En: revista de investigación y experiencias didácticas, 2000, vol 18, no. 2. ISSN 0212-4521, ISSN-e 2174-6486.
- 55.DE PABLO, Juan Cano. Popper y la mecánica cuántica (Comentarios críticos al *III Post Scriptum a la lógica de la investigación científica*). Revista: Cuadernos de Materiales, filosofía y ciencias humanas, No 18, p. 35-41.
- 56.DIÉGUEZ, Antonio. Realismo y teoría cuántica. Revista interdisciplinar de filosofía, Contrastes, Vol. 1, 1996.
- 57.FINETTI, Bruno. Sobre el significado subjetivo de la probabilidad. En: Revista de filosofía, 2016, no. 58. Disponible en internet: https://revistafilosofia.uchile.cl/index.php/RDF/article/view/44080/46095
- 58.GALAVOTTI, María. Probability Theories and Organization Science: The Nature and Usefulness of Different Ways of Treating Uncertainty. Journal of Management Vol. 41 No. 2, February, 2015.
- 59.GALAVOTTI, María. The Interpretation of Probability: Still an Open Issue?. *Philosophies*, *2*(3), 20, 2017; Disponible en internet: https://www.mdpi.com/2409-9287/2/3/20
- 60.GARCÍA, Emilio. La verosimilitud y el estatus epistémico de las teorías científicas. En: Estudios de filosofía; Universidad de Antioquia, No. 36. Agosto, 2007, ISSN 0121-3628.

- 61. HÁJEK, Alan. Interpretations of Probability. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.), 2019.
- 62. HÁJEK, Alan. The reference class problem is your problem too. Synthese, 2007.
- 63. MAYO, David. La teoría propensivista como base metafísica para la construcción de una cosmología en el pensamiento de Karl Popper. En: Revista Euphyía, agosto, 2014.
- 64. MILLER, David. Popper's Contributions to the Theory of Probability and Its Interpretation. In J. Shearmur & G. Stokes (Eds.), The Cambridge Companions to Philosophy, 2016. Cambridge: Cambridge University Press.
- 65. MILLER, David. Tres pasos de las frecuencias a las propensiones. En: revista Praxis Filosófica Nueva serie, enero-junio, No. 24. 2007, 5-20 ISSN: 0120-4688.
- 66. MOSTERÍN, Jesús. Entrevista con Karl Popper. En: Humánitas Episteme NS. Vol. 22, no. 1, 2002.
- 67. NAVARRO, Jaume. Karl Popper, un filósofo con los pies en el suelo. Anuario Filosófico, No 34, 2001.
- 68. PALACIOS, Jorge. Una nueva concepción del determinismo. Ciencia al Día. Septiembre, Vol. 1, No. 2, 1998.
- 69. PRADA, Blanca. Albert Einstein y su influencia en Karl Popper y Gaston Bachelard. Revista UIS-Humanidades, Vol. 35, No. 2. Bucaramanga (Colombia), 2005. ISSN 0120-095.
- 70. QURESHI, Tabish. Popper's Experiment: A Modern Perspective. En: Quanta (Journal). Vol. 1, Núm. 1, 2012.
- 70. RESTREPO, Edison. La interpretación de la mecánica cuántica según Karl R. Popper. Revista Voces. No 8, junio, 2000.
- 71. SHIELDS, William.A Historical Survey of Sir Karl Popper's Contribution to Quantum Mechanics. En: Quanta (journal). Vol. 1, Núm. 1, 2012. Disponible en internet en: http://quanta.ws/ojs/index.php/quanta/article/view/1
- 72. RIVADULLA, Andrés. La filosofía de la ciencia hoy: problemas y posiciones. En: perspectivas del pensamiento contemporáneo, vol. 2, 2004. ISBN 84-9756-231-3
- 73. ROLLERI, José. La probabilidad como grado de posibilidad. CRÍTICA, Revista Hispanoamericana de Filosofía. Vol. 34, No. 101, agosto, 2002.
- 74. ROLLERI, José. La interpretación frecuentista de la probabilidad. En: Signos Filosóficos, enero-junio, 2004, vol. VI, núm. 11.

- 75. ROSA, Rodolfo. The Merli-Missiroli-Pozzi Two-Slit Electron Interference Experiment. En: Physics in Perspective. Vol. 14, 2012.
- 76. SETTLE, Tom. Presuppositions of Propensity Theories of Probability. University of Minnesota Press, Minneapolis. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, 1975.
- 77. VERDUGO, Carlos. Popper y la explicación científica. En: Revista de Filosofía, vol. 30 No. 1, 2005.

Heisenberg, en su libro Física y filosofía efectuó afirmaciones como las siguientes:

"[...] la naturaleza estadística de las leyes de la física microscópica no puede ser evitada, puesto que cualquier conocimiento de lo "real" es —a causa de las leyes teoréticas cuánticas— por su propia naturaleza, un conocimiento incompleto".

HEISENBERG, Werner. Física y filosofía. Buenos Aires: Editorial la Isla, S. R. L., 1959, p. 121.

Popper señala que la interpretación de Copenhague esgrime:

"[...] el argumento de que es nuestra (necesaria) carencia de conocimiento —sobre todo, las limitaciones a nuestro conocimiento descubiertas por Heisenberg y formuladas en su 'principio de indeterminación' o 'principio de incertidumbre'— la que nos obliga a adoptar una teoría probabilista y, en consecuencia, estadística".

POPPER, Karl. Post Scriptum a La lógica de la investigación científica, vol. III: Teoría cuántica y el cisma en física. Madrid: Editorial Tecnos, 1985, p. 70.

El autor austriaco enfatizó que la teoría cuántica es estadística porque surge precisamente de teorías, hipótesis y formulaciones que son de índole estadística (tesis 1), y porque además "[...] las cuestiones estadísticas exigen, esencialmente, respuestas estadísticas" (tesis 2); no obstante, para la interpretación de Copenhague, la mecánica cuántica sería de índole estadística debido a la presunción de que la falta de precisión absoluta en los resultados experimentales, es ocasionado por nuestra falta de conocimiento, debido a que este se vería limitado por el principio de indeterminación o principio de incertidumbre de Heisenberg.

Regresar

"[...] sería pura magia si fuésemos capaces de obtener conocimiento —conocimiento estadístico— a partir de la ignorancia".

Y, como reitera en otros argumentos expuestos en el *Post scriptum*:

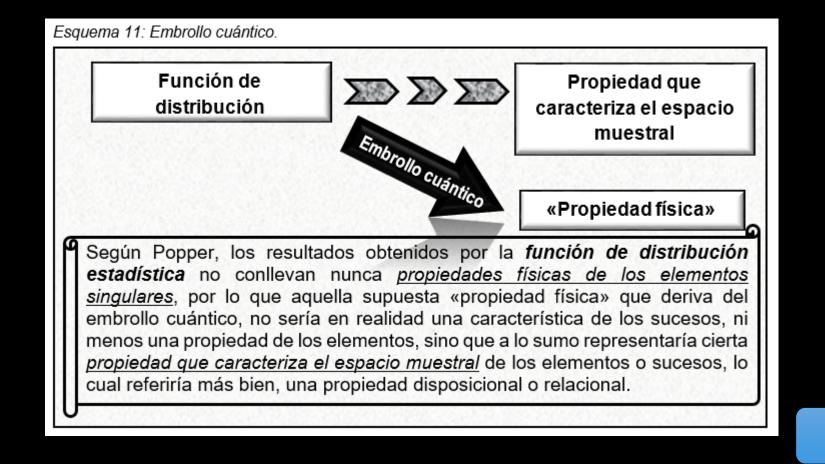
"[...] al ser leyes estadísticas, *añaden* a nuestro conocimiento: es un error pensar que imponen limites a nuestro conocimiento".

POPPER, Karl. Post Scriptum a La lógica de la investigación científica, vol. III: Teoría cuántica y el cisma en física. Madrid: Editorial Tecnos, 1985, p. 71. Ibíd., p. 75.

Si se comprende claramente que la mecánica cuántica otorga respuestas estadísticas a problemas estadísticos, no resulta necesario incorporar una concepción subjetiva de la probabilidad basada en la nesciencia del sujeto.

Por otro lado, puesto que en la teoría del cálculo de probabilidades no resulta necesario apelar a la idea de un sujeto con "conocimiento incompleto", lo anterior también llevaría a considerar que, es un equívoco la intrusión del "observador" en la mecánica cuántica, como un supuesto componente necesario del "colapso de la función de onda". Esto último lo veremos con mayor detalle en tesis posteriores (especialmente en la tesis novena).

"[...] lo que yo llamo el gran embrollo cuántico consiste en tomar una función de distribución, es decir, una función de medida estadística, que caracterice algún espacio muestral (o quizá a alguna 'población' de sucesos) y tratarla como si fuese una propiedad física de los elementos de la población. Es un embrollo: el espacio muestral no tiene nada que ver con los elementos. No hay relación simétrica y, por tanto, no hay «dualidad» entre partículas y ondas o entre partículas y su campo correspondiente". Popper; Ibíd., p. 72.

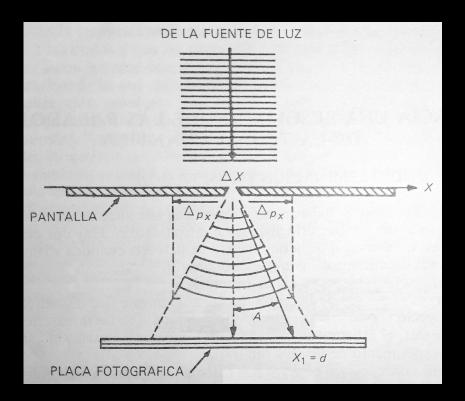


1.
$$\Delta E \Delta t \ge h$$

2. $\Delta P_x \Delta Q_x \ge h$

La **interpretación de Copenhague** interpreta aquellas dos fórmulas como **"relaciones de indeterminación o incertidumbre**. A su vez ellos también consideran que "[…] podían interpretarse como determinantes de ciertos límites superiores a la *precisión de nuestras mediciones* (o a ciertos límites inferiores a su imprecisión). " **Ibíd.**, p. 74.

Popper reinterpreta aquellas dos fórmulas como relaciones estadísticas de dispersión.



Según Popper la formula AttaPque entremas estrectas entrecha fantias entrecha entre entre entre estrectas entrecha fantias entre entre estrectas entrecha fantias entre entre estrectas entrecha entre estrectas entrecha entre estrectas entrecha entre estrecta entre estrecta entre entre estrecta entre entre estrecta entre estrecta entre estrecta entre estrecta entre estrecta entre entre entre entre estrecta entre entre entre estrecta entre entre entre entre estrecta entre ent

Popper insistió en la posibilidad de hallar resultados cada vez más precisos para las *relaciones estadísticas de dispersión*, que las permitidas por las aún vigentes teorías estadísticas.

Las *relaciones estadísticas de dispersión*, mostrarían que habría: "1) la dispersión de la energía si *tomamos disposiciones* para un corto límite de tiempo, y 2) la dispersión del momento si *tomamos disposiciones* para una posición estrechamente limitada". <u>Ibíd., p. 75.</u>

las **relaciones estadísticas de dispersión** indicarían ciertos *límites* "a la **homogeneidad estadística** de nuestros resultados experimentales". Ibíd., p. 75.

Popper no rechazó que aquellos *límites*, que en un principio fueron mencionados como *límites* a la precisión experimental, puedan ser efectivamente superados, puesto que consideró, que por medio de lo que sería una nueva teoría estadística que contemple la existencia de posibilidades con mayor *«peso»* que otras, y que —a su vez— también contemple aquello que podría denominarse como las condiciones del *espacio situacional*, se podría obtener mejores resultados conjeturables que correspondan efectivamente con los resultados empíricos o experimentales. Se apela a la necesidad de una nueva teoría estadística o probabilística en la que no siempre se tenga que cumplir —constantemente y de forma tajante— con aquella presunta *homogeneidad estadística* implícita en todas las tradicionales teorías del cálculo de probabilidades. La nueva teoría estadística, como se puede sospechar, sería la teoría propensivista del cálculo de probabilidades.

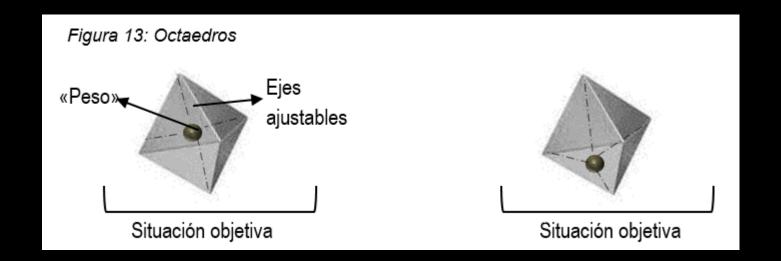
En un esfuerzo de **Popper** por parafrasear las ideas del propio **Heisenberg**, las mediciones que son **retrodicciones** según este último autor:

"[...] 'no pueden usarse nunca como condiciones iniciales en algún cálculo del progreso futuro del electrón y [que] no pueden, por tanto, ser sometidas a verificación experimental' están desprovistas de significación física". Sin embargo, ante dicho panorama **Popper** realizó las siguientes dos objeciones: a) los enunciados de contrastación que miran hacia el pasado también son importantes para la teoría cuántica, y b) es un error considerar que los enunciados de contrastación que miran hacia el pasado de una partícula no puedan ser realmente contrastables.

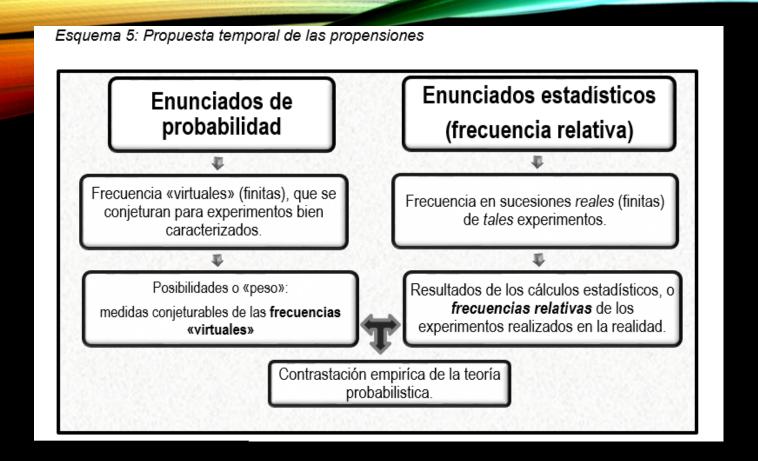
*HEISENBERG, Werner citado por Popper en: Ibíd., p. 81.

Propuesta temporal de las propensiones:

"Al proponer la interpretación propensivista, propongo considerar los *enunciados de probabilidad* como enunciados sobre alguna medida de una propiedad (una propiedad física, comparable a la simetría o la asimetría) de *toda la disposición experimental repetible*; una medida, más exactamente, de una *frecuencia virtual*; y propongo considerar los *enunciados estadísticos* como enunciados sobre la *frecuencia real* correspondiente." Popper, Ibíd., p. 90.



Siguiente

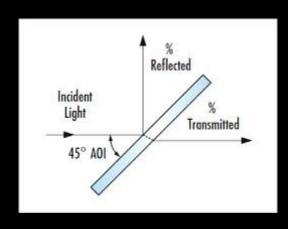


"Las propensiones no son, pues, propiedades de las partículas sino de la situación física objetiva; por ejemplo, de una situación experimental".

Popper le confiere realidad a las propensiones, pero no como propiedades singulares de las cosas físicas, sino como propiedades relacionales de la *situación objetiva* o como propiedades disposicionales.

Imaginemos una situación hipotética según la cual se lanza un haz de lluz que impacta un espejo semitransparente. Podríamos suponer que la probabilidad de que aquel haz de lluz sea reflejado por el espejo es de ½, y en correspondencia que la probabilidad de que el haz de lluz traspase aquel mismo espejo será también de ½. Es decir, mientras no hayamos medido la probabilidad siempre tendremos ½ para ambos casos de aquella misma situación experimental; formalmente esto equivale a

(i)
$$p(a,b) = \frac{1}{2} = p(-a,b)$$



cuando se procede a *medir* aquella probabilidad, los valores encontrados que puede adquirir aquella situación pueden ser o bien 0 (la luz fue reflejada) o 1 (la luz pasa por el espejo)); esta situación es similar a lo que Copenhague interpreta como la circunstancia según la cual, al momento de efectuar la *medición* se muestra un presunto "colapso del paquete de ondas", o "colapso de ondas". Alhora supongamos que ocume (la luz (es læzlejadaf) ejarda), cersto encentes que:

(ii)
$$p(a,-a) = 0$$

(iii) $p(-a,-a) = 1$

"Supongamos que encontramos con la ayuda de la placa fotográfica que un fotón (que es indivisible) ha sido reflejado. Entonces, la probabilidad de encontrar el fotón en el otro paquete [de fotones que atraviesan el espejo] inmediatamente llega a ser cero. Por lo tanto, el experimento de medir la posición del fotón en el paquete reflejado ejerce una acción a distancia (la reducción del paquete de ondas) en la posición ocupada por el paquete [de fotones] transferidos [=no reflejados], y se ve que esa acción es propagada con una velocidad mayor que la de la luz".

Heisenberg citado por Popper en: Ibíd., p. 96. Se ha incluido varias frases aclaratorias tal y como aparece citado por John Ausping en: AUPING, John. Una revisión de las teorías sobre el origen y la evolución del universo: física, metafísica, ciencia ficción y (a)teología en la cosmología antigua y moderna. Mexico D.F: Universidad Iberoamericana, 2009, p. 451.

Según **Popper** no hubo ninguna acción a distancia sino solamente dos experimentos diferentes: (1) un experimento con fotones antes de llegar al espejo, y (2) otro experimento con fotones reflejados por el espejo; cada experimento con sus funciones de probabilidad diferentes, en el primero (i) y en el segundo (ii, iii).



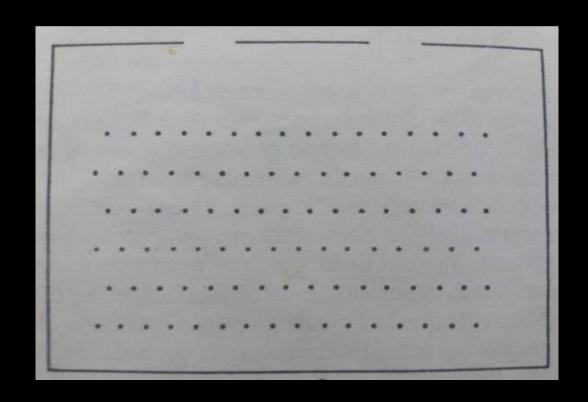
"Supongamos que lanzamos un peníque al aire. La probabilidad de cada uno de los estados posibles es igual a ½. Mientras no míremos el resultado de nuestra tirada, podemos seguir diciendo que la probabilidad será ½. Sí nos agachamos a mirar, la probabilidad cambia "de repente': una probabilidad se hace 1 y la otra 0. ¿Ha habido un salto cuántico debido a que hayamos mirado? ¿Ha influido nuestra observación en el penique? Es obvio que mo. ((el pemique es una partícula 'clásica'). Ni siquiera la probabilidad o la propensión ham sido influidas. Aquií, como en cualquier reducción del paquete de ondas, no está implicado nada más que um primcipio trivial: si nuestra información contiene el resultado del en uexpereniento tento esta propabilidad de desesso otrados por por que que se sua station fracción (con sobre idea parte de la el se de positica ficia cide de peresultado del en uexpereniento pentono esta propabilidad de desesso otrados por por que que se sua station fracción (con sobre idea parte de la el se de positica ficia cide) de peresinto de la proparte de la el se de se station fracción (con sobre idea parte de la el se de positica ficia cide) de peresinto de la parte parte la el se de positica ficia cide de peresinto de la parte de la el se de positica fica cide de peresinto de la parte de la el se de positica ficia cide de peresinto de la parte de la el se de positica ficia cide de peresinto de la peresinto de la parte de la el se de positica ficia cide de la peresinto de la peresidad de la

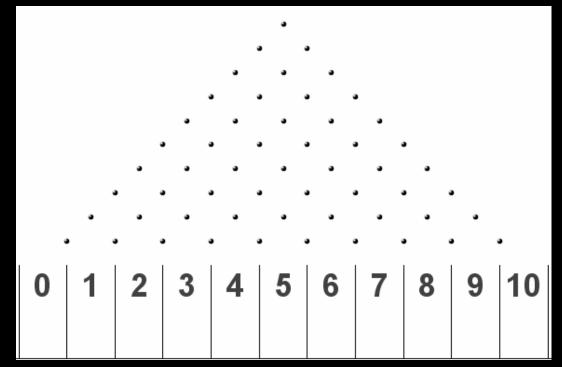
POPPER, Karlı. PostsScriptuma da Legiogicta de inacentiestigaction titeatifica, I Vollentia en inacentiestigaction titeatifica, I Vollentia en inacentiestigaction titeatifica, I Vollentia en inacentiestigaction in inacentiestigaction titeatifica, I Vollentia en inacentiestigaction in inacentiestig

Siguiente

Regresar

Figura 14: Billar romano^[1]





Regresar