

KALNAY



McGill University

Foundations & Philosophy of Science Unit

1982.12.16

Tudomány Magyar Andras J Kálnay

Dragas Andras:

En esta carta prosigo algunas de nuestras charlas. No te sientas obligado a responderla.

1. Te preocupa la difusion de los paquetes de onda que representan a cuantones libres. Esto sucede en la MC no relativista, no en la teoría de Dirac del electrón. En ésta el operador de evolución es

$$U = e^{-itH/h}, \text{ con } H = c \frac{\hbar}{i} \vec{\alpha} \vec{\nabla} + mc^2 \beta$$

Aplicándolo a una funcion continua de la posicion se obtiene

$$U \psi(\vec{x}) = \psi(\vec{x} - \alpha ct). e^{-i \beta m_0 c^2 t/h} \tag{1}$$

Esta representa pulsos que se propagan sin difusion a la velocidad de la luz. Nos libramos de la difusion para cargar con una "onda" que no avanza a la velocidad del cuantón.

2. El gato de Schrödinger nos enseña que, si bien un cuantón esta casi siempre en una superposicion de estados, no toda superposicion es físicamente admisible o, mejor dicho, significativa. Consideremos la caja que contiene al gato y al dispositivo matagatos (átomo de uranio, contador, descarga que activa una pistola o cualquier otra arma). La superpsicion considerada por Schrödinger,

$$\psi = a \psi_{\text{vivo}} + b \psi_{\text{muerto}}, \text{ con } |a|^2 + |b|^2 = 1, \tag{2}$$

no representa un estado del gato sino un estado de nuestro conocimiento mientras no hemos abierto la caja. Es un estado subjetivo, si bien los coeficientes con que lo construimos son amplitudes de probabilidades objetivas. (En efecto, $|b|^2$ es la probabilidad de que el átomo se desintegre, y con ello el gato muera, durante la próxima hora.) O sea, hemos usado probabilidades objetivas para calcular un estado-subjetivo. Cuando abrimos la caja encontramos que el gato está, sea vivo, sea muerto, y representamos esta adquisicion de conocimiento como la reduccion del paquete (2) a una de sus componentes. (Este caso es también el del revoleo de una moneda. Podemos decir que, mientras no hemos mirado el resultado del revoleo, la moneda está en una superposicion de estado cara y estado seca. Pero este vector de estado representa nuestro conocimiento de la cosa, no la cosa misma.) Entendidas así las cosas el gato no plantea paradoja alguna. En particular, la reduccion súbita del paquete de ondas no requiere señales superlumínicas, porque la reduccion es subjetiva, no objetiva. Naturalmente, esto no implica que toda funcion

de estado sea subjetiva; al fin y al cabo las probabilidades de transición, calculadas con funciones de estado, son perfectamente objetivas.

3. El punto anterior sugiere (a) que el principio de superposición no es aplicable a clasones, sino sólo a cuantones, y (b) que por lo menos algunas reducciones de paquetes de ondas son subjetivas, de modo que no es necesario buscar ningún mecanismo físico para explicarlas *en estos casos*.

4. La reducción del paquete de ondas por interacción con un clasón es un proceso irreversible. Sin embargo, esperamos poder describirlo mediante la ecuación de Schrödinger, que es invariante T. No hay contradicción, porque sólo las ecuaciones básicas, no los procesos (representados por ecuaciones más valores de contorno e iniciales) son invariantes T (o, más generalmente, CPT).

5. Acabo de construir el siguiente argumento contra la suposición de que la reducción del paquete de ondas resulta de la interacción entre un cuantón y un clasón. Llamemos $\psi(x_1, x_2) = \psi_1(x_1) \otimes \psi_2(x_2)$ al estado del sistema

cuantón-clasón antes de enchufar la interacción H_{12} (que contiene como factor una función escalón respecto de t). Desarrollemos $\psi_1(x_1)$ en autofunciones de algún operador \hat{A} :

$$\psi(x_1) = \sum c_m u_m(x_1). \quad (3)$$

La hipótesis de que la reducción del paquete (3) es el estado final del proceso de interacción se escribe

$$e^{-it\hat{H}} \psi_1(x_1) \otimes \psi_2(x_2) = c_n u_n(x_1) \quad (4)$$

Pero esto parece imposible, ya que la aplicación del operador evolución al estado inicial debiera dar una función dependiente del tiempo, cosa que no son c_n ni u_n .

6. El argumento anterior podría refutarse construyendo hamiltonianos de interacción realistas, que contuviesen no sólo x_1 y x_2 y t, sino también \hat{A} y el estado inicial $\psi_2(x)$ del aparato (ya que la interacción va a depender de éste). Aparecerían monstruos tales como $\hat{A} \left(\frac{E(t)}{t} \psi_2(x_2) \right)$, donde E es la función escalón.

7. Habría que dejar de pensar en Stern-Gerlach como el paragón de la medición, ya que en rigor es un experimento: no se limita a medir spines sino que los orienta y separa. (Creo que digo esto en Foundations of Physics, que está en el piso de abajo y por lo tanto fuera de mi alcance.) ¿Idem polarizadores?

8. Hace 4 décadas leí The War Against the West, un brillante análisis de la ideología fascista. Su autor, un húngaro residente en Inglaterra, era Aurel Kolnai, seguramente pariente tuyo (ya que la pronunciación inglesa de 'Kálnay' es 'Kólnai'). Nunca logré identificarlo; nunca leí otra cosa del mismo. En todo caso, si has de creer en el innatismo, allí tienes un elemento de prueba en favor de la tesis de que has heredado un mate filosófico.

Nada más por hoy. Todos te recordamos y echamos de menos, sobre todo cuando (como hoy) comemos pescado con espinacas. Un abrazo de

9. Corrección al punto #6. \hat{A} no tiene por qué aparecer en H_{12} . P.ej., en el caso de la medición del momento de un cuantón cargado usando el método de Rutherford (medición de curvatura en un campo magnético), supongo que

$$H_{12} = -e(\vec{\alpha} \times \vec{H}) \cdot \frac{1}{2}(\vec{x}_1 + \vec{x}_2) E(t) , \quad (5)$$

que no contiene a p .

10. El punto anterior suscita una dificultad: el mismo método se puede usar para medir la carga eléctrica (si se conoce el impulso). O sea, a un hamiltoniano de interacción dado puede corresponderle más de un procedimiento de medición.

11. Se me ocurre que los cálculos que involucren el operador evolución son más sencillos en teoría de Dirac que en MC no relativista, debido a la linealidad del hamiltoniano. En compensación, la interpretación será en general más difícil.