



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

EL ENTRELAZAMIENTO DE LOS GENES

The ENTANGLEMENT of genes

José Luis Ascención Calvario Acócal

Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Ciencias

Andrei Jesús Martínez Mendoza

Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Ciencias

Irving García Jiménez

Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Ciencias

El entrelazamiento de los genes

José Luis Ascención Calvario Acócal¹

jcalvario.ciencias@uabjo.mx

<https://orcid.org/0009-0007-0801-3454>

Universidad Autónoma Benito Juárez de
Oaxaca, Facultad de Ciencias
México

Andrei Jesús Martínez Mendoza

amartinez.ciencias@uabjo.mx

<https://orcid.org/0009-0000-3101-1720>

Universidad Autónoma Benito Juárez de
Oaxaca, Facultad de Ciencias
México

Irving García Jiménez

igarcia.ciencias@uabjo.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7108-3286>

Universidad Autónoma Benito Juárez de
Oaxaca, Facultad de Ciencias
México

RESUMEN

En este trabajo se propone una hipótesis teórica sobre el posible papel del entrelazamiento cuántico como mecanismo de comunicación genética entre individuos biológicamente emparentados. Partiendo de los principios fundamentales de la mecánica cuántica y de los avances en biología cuántica, se sugiere que ciertos genes, al ser considerados como sistemas cuánticos, podrían encontrarse en estados de superposición y entrelazamiento. Esta correlación no local permitiría, en condiciones específicas como situaciones de riesgo vital, una forma de comunicación no clásica entre genes de diferentes organismos de una misma especie. Se explora el papel potencial de los biofotones en la emisión de información cuánticamente coherente desde el núcleo celular, y se propone una representación matemática de estos estados utilizando formalismo cuántico. Aunque la hipótesis carece de verificación experimental, ofrece un marco conceptual novedoso para repensar la transmisión de información biológica desde una perspectiva cuántica.

Palabras clave: entrelazamiento cuántico, genes, comunicación biológica, teleportación cuántica

¹ Autor principal.

Correspondencia: jcalvario.ciencias@uabjo.mx

The entanglement of genes

ABSTRACT

This paper proposes a theoretical hypothesis regarding the possible role of quantum entanglement as a mechanism of genetic communication between biologically related individuals. Based on the fundamental principles of quantum mechanics and recent advances in quantum biology, it is suggested that certain genes, when considered as quantum systems, may exist in superposition and entangled states. Such non-local correlations could, under specific conditions such as life-threatening situations, enable a non-classical form of communication between genes of different organisms of the same species. The potential role of biophotons in emitting quantum-coherent information from the cell nucleus is explored, and a mathematical representation of these states is proposed using quantum formalism. Although this hypothesis lacks experimental verification, it offers a novel conceptual framework for rethinking the transmission of biological information from a quantum perspective.

Keywords: quantum entanglement, genes, biological communication, quantum teleportation

Artículo recibido 05 julio 2025

Aceptado para publicación: 06 agosto 2025



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, uno de los fenómenos más sorprendentes de la mecánica cuántica es el entrelazamiento cuántico, el cual ha sido objeto de verificación experimental y aplicación en diversos campos de la ciencia. Este fenómeno, se ha utilizado en áreas emergentes como la computación cuántica, la criptografía cuántica, la inteligencia artificial y los sistemas biológicos. En este último ámbito, investigaciones recientes sugieren que el entrelazamiento cuántico podría desempeñar un papel fundamental en la estabilidad estructural de la molécula de ADN (Kurian, Dunston, & Lindesay, 2016), abriendo nuevas posibilidades para la comprensión de procesos biológicos desde una perspectiva cuántica (Arndt, Juffmann, & Vedral, 2009).

METODOLOGÍA

El presente trabajo se desarrolla bajo un enfoque cualitativo y de carácter teórico-conceptual, sustentado en una revisión de principios fundamentales de la mecánica cuántica, la biología molecular y los avances recientes en el campo emergente de la biología cuántica. El objetivo es formular una hipótesis que vincule el fenómeno del entrelazamiento cuántico con posibles mecanismos de comunicación genética no local entre individuos biológicamente emparentados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

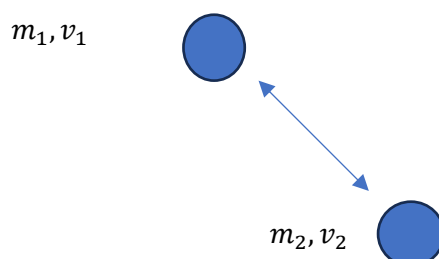
Se ha demostrado que el entrelazamiento cuántico es un fenómeno exclusivo de la mecánica cuántica, en el cual dos o más partículas subatómicas establecen una correlación no clásica entre sus estados físicos, de modo que la medición del estado de una afecta instantáneamente al estado de la otra, sin importar la distancia que las separa (Einstein, Podolsky & Rosen, 1935; Bell, 1964). Este tipo de correlación no tiene un análogo en los sistemas macroscópicos descritos por la mecánica clásica, donde las interacciones están localizadas y no existe una conexión instantánea entre entidades separadas. Por ello, el entrelazamiento representa una de las diferencias fundamentales entre ambas teorías físicas.

Para ilustrar en qué consiste este fenómeno cuántico, consideremos el siguiente ejemplo: imaginemos dos partículas completamente indestructibles, cada una con una masa y velocidad m_1 , m_2 , v_1 y v_2 respectivamente, que se aproximan mutuamente hasta colisionar, tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1.

Esquema del choque de dos partículas.



Antes de la colisión, las partículas se encontraban en los estados (r_1, t) y (r_2, t) respectivamente, y sus estados cuánticos eran completamente independientes. Sin embargo, después del choque, las partículas pasan a estar en los estados (r'_1, t) y (r'_2, t) . En el marco de la mecánica clásica, estos nuevos estados seguirían siendo independientes entre sí. En cambio, en la mecánica cuántica, si durante la colisión las partículas se entrelazan, sus estados posteriores ya no pueden describirse de forma separada: el sistema se convierte en un estado cuántico conjunto.

¿Cómo se manifiesta esta correlación? Si las partículas m_1 y m_2 permanecen entrelazadas, incluso si se separan a grandes distancias tras la colisión, la medición o interacción de una de ellas afectará instantáneamente el estado de la otra. Por ejemplo, si la partícula m_2 colisiona posteriormente con una tercera partícula m_3 , su estado cambiará, y de forma no local, el estado de m_1 también se modificará, a pesar de no haber interactuado directamente con m_3 . Este fenómeno no puede explicarse mediante teorías clásicas y es una manifestación directa del entrelazamiento cuántico.

Esto es precisamente lo que implica el entrelazamiento cuántico en mecánica cuántica: cuando dos partículas microscópicas interactúan y se entrelazan, sus estados dejan de ser independientes. Si el estado de una de ellas cambia, el estado de la otra también se modifica de manera instantánea, sin importar la distancia que las separa, incluso si esta impide cualquier tipo de interacción convencional.

Lo sorprendente de esta correlación instantánea es que no se produce mediante un canal de comunicación clásico. Los estados entrelazados se comunican sin que exista un "remitente" ni un medio transmisor en el sentido tradicional, lo cual generó gran preocupación en la comunidad científica, particularmente entre los defensores de la relatividad. De acuerdo con la teoría de la relatividad especial,

ninguna señal o información puede propagarse a una velocidad superior a la de la luz. Esta teoría sostiene que las interacciones electromagnéticas y gravitatorias ocurren dentro del espacio-tiempo, y que las señales electromagnéticas se transmiten a través de él por medio de fotones.

En contraste, el entrelazamiento cuántico no requiere de un medio físico para la transmisión de información entre las partículas entrelazadas. Esta característica, inherente al fenómeno, sugiere una forma de correlación no local, es decir, una conexión que no puede explicarse mediante ninguna interacción que se propague en el espacio-tiempo. Esta no localidad representa una de las propiedades más fundamentales y enigmáticas de la mecánica cuántica, y ha sido confirmada experimentalmente mediante violaciones de las desigualdades de Bell.

La no localidad puede ilustrarse mediante el siguiente ejemplo: sea $\psi(r)$ la función de onda que describe el estado cuántico de un sistema. Supongamos ahora dos puntos espaciales cercanos, r_1 y r_2 , y deseamos establecer una relación directa entre los valores $\psi(r_1)$ y $\psi(r_2)$. En un escenario clásico, estos valores podrían estar relacionados a través de una función continua o una métrica definida en el espacio-tiempo. Sin embargo, en situaciones que involucren no localidad cuántica, dicha relación matemática no existe, incluso si los puntos están espacialmente próximos. Es decir, no hay una función, métrica o variable intermedia que conecte causalmente estos valores dentro del marco del espacio-tiempo clásico.

En este contexto, no es posible definir una velocidad de propagación, ya que no hay ningún tipo de señal, masa o energía que viaje entre r_1 y r_2 . La correlación que existe entre estos puntos es puramente cuántica y no se transmite a través del espacio-tiempo, sino que es una manifestación inherente del estado global del sistema entrelazado. Esto subraya el carácter radicalmente distinto de la información cuántica frente a los procesos clásicos, y resalta la naturaleza no local de la mecánica cuántica.

Los ejemplos presentados hasta ahora tienen un carácter meramente ilustrativo, ya que no se han especificado las características particulares de las partículas involucradas. En la práctica, se han realizado experimentos controlados que demuestran el fenómeno del entrelazamiento utilizando fotones con polarizaciones ortogonales, como horizontal y vertical (Aspect, Dalibard & Roger, 1982). Estos experimentos permiten poner a prueba las predicciones de la mecánica cuántica y evidenciar el entrelazamiento mediante el uso de los llamados estados de Bell, que representan combinaciones maximales de entrelazamiento en sistemas de dos partículas (Bell, 1964; Nielsen & Chuang, 2010).



$$\psi(1,2) = \left[\frac{1}{\sqrt{2}} (\rightarrow_1 \times \uparrow_2) \pm \frac{1}{\sqrt{2}} (\uparrow_1 \times \rightarrow_2) \right]$$

$$\psi(1,2) = \frac{1}{\sqrt{2}} [(\rightarrow_1 \times \uparrow_2) \pm (\uparrow_1 \times \rightarrow_2)] \neq \psi(1) \times \psi(2)$$

Otro ejemplo es considerar dos fotones con spin 1/2 con los estados ($\uparrow\downarrow$). En este trabajo nos enfocaremos en sistemas biológicos, y aunque no realizaremos una demostración experimental directa, plantearemos una propuesta teóricamente fundamentada en la que se considera que el entrelazamiento cuántico podría no ser ajeno a dichos sistemas. En particular, centraremos nuestra atención en estructuras celulares como neuronas, cromosomas y genes, debido a su papel determinante en los mecanismos de comunicación celular.

La comunicación entre células ha sido ampliamente estudiada (Alberts et al., 2015), y se reconoce que, en organismos pluricelulares, esta se lleva a cabo principalmente a través de dos grandes sistemas: el sistema nervioso y el sistema endocrino. Debido a su estrecha interacción funcional, ambos sistemas suelen considerarse como una unidad integrada, conocida como el sistema neuroendocrino. Sin embargo, no son las únicas vías de comunicación celular. Existen otros mecanismos, como la neurotransmisión, en la cual las señales entre neuronas se transmiten mediante la liberación y recepción de moléculas químicas específicas, como los neurotransmisores.

Otra forma de comunicación celular es la neurosecreción, en la cual las neuronas liberan sustancias químicas (neuropéptidos u hormonas) hacia el torrente sanguíneo para actuar sobre células distantes. Cuando las células se encuentran en proximidad inmediata, la señalización se lleva a cabo a través de la comunicación paracrina, donde las moléculas señalizadoras afectan a células vecinas. Finalmente, existe la comunicación autocrina, en la que una célula responde a señales que ella misma produce.

No profundizaremos en el detalle de cada uno de estos mecanismos, ya que ello desviaría el propósito central de este trabajo. No obstante, es importante puntualizar que todos estos tipos de comunicación celular se desarrollan dentro de un mismo organismo pluricelular, como es el caso de nuestra propia especie, *Homo sapiens*.

Al considerar el entrelazamiento cuántico como un posible mecanismo adicional de comunicación celular —diferente de los mecanismos clásicos previamente mencionados— surge una hipótesis innovadora: este tipo de comunicación podría establecerse entre células de diferentes organismos pertenecientes a una misma especie.

¿En qué consistiría este mecanismo? La respuesta podría encontrarse en la intersección entre la mecánica cuántica y la genética. Desde el enfoque genético, el material hereditario se encuentra almacenado en el genoma humano, y se transmite tanto de célula a célula durante los procesos de división celular como de generación en generación a través de la reproducción sexual. Cada nueva célula contiene un núcleo con 46 cromosomas: 23 heredados del padre y 23 de la madre. Este conjunto cromosómico constituye el genoma humano, compuesto por ácido desoxirribonucleico (ADN), una macromolécula que codifica la información genética necesaria para regular procesos fundamentales como la embriogénesis, el crecimiento, el metabolismo y la reproducción.

En términos más precisos, el ADN presente en el núcleo celular contiene la información genética que se transmite fielmente desde una célula madre a sus células hijas, y de una generación a la siguiente. Esta información está organizada en genes, los cuales se estructuran en segmentos de ADN dispuestos dentro de orgánulos con forma de bastón denominados cromosomas.

Podemos considerar a los genes como sistemas biológicos candidatos al entrelazamiento cuántico. ¿Por qué los genes? Existen múltiples razones. En primer lugar, los genes son reconocidos como la unidad fundamental de la selección natural, ya que constituyen el nivel en el cual actúa la evolución biológica (Dawkins, 1976). Además, los padres transmiten sus genes a sus descendientes a través del material genético, y estos a su vez lo heredan a las generaciones siguientes, conservando información genética que puede perdurar durante miles de años. Los genes contienen, además, las instrucciones codificadas en el ADN que regulan funciones biológicas esenciales.

Es posible que no todos los genes tengan la capacidad de entrelazarse, dado que no todos los que componen un cromosoma se conservan a lo largo de la evolución. Solamente aquellos genes que logren sobrevivir y transmitirse a la descendencia podrían mantenerse entrelazados. De esta manera, los individuos emparentados que compartan estos genes específicos podrían establecer comunicación a través del entrelazamiento cuántico.



Esto plantea una pregunta clave: ¿en qué condiciones se activaría un gen —actuando como emisor— para que otro gen entrelazado —en un individuo receptor— pueda recibir la información? Una posible hipótesis es que dicha activación ocurra ante una situación de riesgo vital o amenaza a la integridad del individuo, desencadenando una respuesta genética en otro miembro relacionado. Este mecanismo podría interpretarse como una estrategia de preservación de la especie.

Desde una perspectiva cuántica, si un gen en una persona se encuentra en estado entrelazado con un gen homólogo en un familiar, entonces un cambio de estado en uno implicaría un cambio instantáneo en el otro. Cabe señalar que no todos los genes del individuo receptor tendrían necesariamente acceso inmediato a esa información, de forma análoga a cómo las células de un tejido responden localmente ante una señal, como sucede en la exposición a radiación, donde una célula afectada transmite la alerta a sus células vecinas. En este contexto, un gen entrelazado podría activar otro gen en un individuo distinto, que posteriormente amplifique la señal dentro de su propio organismo.

Es importante aclarar que los estados entrelazados de los genes son desconocidos hasta que se realiza una medición, ya que inicialmente se encuentran en un estado de superposición cuántica. No es sino hasta que se mide el estado de uno de los genes que se colapsa su función de onda y se determina su estado concreto. Simultáneamente, el estado del gen entrelazado se define, aun si se encuentra a una gran distancia.

Complementando esta idea, Charles Bennett y colaboradores propusieron el uso del entrelazamiento cuántico como herramienta para lograr la teleportación cuántica de estados, utilizando para ello un canal clásico y un canal EPR (Bennett et al., 1993). En el presente trabajo, suponemos —sin demostrar experimentalmente— que la naturaleza ha establecido, mediante la evolución, mecanismos similares en los sistemas biológicos, permitiendo que los estados cuánticos de genes entrelazados puedan teleportarse.

Si representamos el estado cuántico de un gen en un individuo como $|G_1\rangle$, y el estado del gen homólogo en un familiar como $|G_2\rangle$, entonces el entrelazamiento de ambos puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$\psi(G_1, G_2) = \frac{1}{\sqrt{2}}(G_1 \times G_2)$$

Esta es una de las formas canónicas de un estado de Bell, que ilustra un entrelazamiento perfecto entre los genes de dos individuos.

Finalmente, podemos expresar el entrelazamiento de los genes mediante una formulación matemática, fundamentada en principios de la mecánica cuántica y la biología cuántica. En primer lugar, recordemos que las fluctuaciones cuánticas son inherentemente estocásticas, de acuerdo con el principio de indeterminación de Heisenberg, el cual establece que no es posible conocer simultáneamente la posición (r) y el momento (p) de una partícula con precisión arbitraria. Esto se expresa formalmente como:

$$[r, p] = i\hbar$$

Por otro lado, desde la perspectiva de la biología cuántica, se ha propuesto que todos los seres vivos pueden emitir biofotones, es decir, fotones generados por procesos biológicos internos (Popp & Yan, 2002). Como la célula es la unidad fundamental de la vida, se postula que estos biofotones se emiten desde estructuras nucleares, específicamente desde los genes que conforman la molécula de ADN.

Las fluctuaciones cuánticas en los biofotones pueden influir en las respuestas celulares, promoviendo estados de coherencia cuántica. En este contexto, los genes no solo contienen información genética clásica, sino que podrían también codificar información en términos cuánticos. Dado que el gen puede comportarse como un objeto cuántico, su estado puede manifestar una dualidad onda-partícula, o más precisamente, encontrarse en un estado de superposición cuántica.

Supongamos ahora que existen dos individuos biológicamente emparentados que comparten entrelazamiento a nivel génico. Si representamos la partícula como P y la onda como O, entonces la superposición cuántica del estado de un gen en el primer individuo se puede describir como:

$$\psi_1 = C_1 \cdot P + C_2 \cdot O$$

Para una segunda persona genéticamente relacionada, el estado de entrelazamiento máximo entre ambos genes puede representarse por un estado tipo Bell:

$$\psi(1,2) = \frac{1}{\sqrt{2}}(P_1 \times O_2 - O_1 \times P_2)$$

Este modelo hipotético sugiere que los genes entrelazados podrían intercambiar información cuántica bajo condiciones específicas, como situaciones de estrés biológico o riesgo de supervivencia.



CONCLUSIONES

El entrelazamiento cuántico, tradicionalmente observado en sistemas subatómicos, podría representar un mecanismo adicional de comunicación en los sistemas biológicos, particularmente a nivel de los genes. Si consideramos al gen como una entidad cuántica capaz de encontrarse en estados de superposición y de manifestar correlaciones no locales, se abre la posibilidad de que la información genética pueda transmitirse no solo por medios clásicos (replicación, transcripción, traducción), sino también a través de canales cuánticos no convencionales.

Proponemos que genes compartidos entre individuos emparentados podrían encontrarse en estados de entrelazamiento, permitiendo una forma de comunicación biológica cuántica que se activaría en condiciones críticas, como situaciones de riesgo o amenaza a la supervivencia. Esta hipótesis, sustentada teóricamente en los principios de la mecánica cuántica y la biología cuántica, se refuerza con la idea de que los biofotones podrían actuar como mediadores de coherencia cuántica a nivel celular, siendo los genes los portadores de la información codificada.

Aunque esta propuesta no ha sido verificada experimentalmente, se plantea como un marco conceptual innovador que puede estimular nuevas líneas de investigación interdisciplinaria entre la física cuántica, la biología molecular y la genética. En este sentido, los genes no sólo deben ser entendidos como unidades de herencia, sino también como posibles nodos cuánticos en una red biológica más compleja y aún inexplorada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Biología molecular de la célula* (6ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Arndt, M., Juffmann, T., & Vedral, V. (2009). Quantum physics meets biology. *HFSP Journal*, 3(6), 386–400. <https://doi.org/10.2976/1.3244985>
- Aspect, A., Dalibard, J., & Roger, G. (1982). Experimental test of Bell's inequalities using time-varying analyzers. *Physical Review Letters*, 49(25), 1804–1807. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.49.1804>
- Bell, J. S. (1964). On the Einstein Podolsky Rosen paradox. *Physics Physique Физика*, 1(3), 195–200. <https://doi.org/10.1103/PhysicsPhysiqueFizika.1.195>



- Bennett, C. H., Brassard, G., Crépeau, C., Jozsa, R., Peres, A., & Wootters, W. K. (1993). Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels. *Physical Review Letters*, 70(13), 1895–1899. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.70.1895>
- Dawkins, R. (1976). *The selfish gene*. Oxford University Press.
- Einstein, A., Podolsky, B., & Rosen, N. (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review*, 47(10), 777–780. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.47.777>
- Kurian, P., Dunston, G., & Lindesay, J. (2016). How quantum entanglement in DNA synchronizes double-strand breakage by type II restriction endonucleases. *Journal of Theoretical Biology*, 391, 102–112. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2015.11.018>
- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum computation and quantum information* (10th anniversary ed.). Cambridge University Press.
- Popp, F. A., & Yan, Y. (2002). Delayed luminescence of biological systems in terms of coherent states. *Physics Letters A*, 293(1–2), 93–97. [https://doi.org/10.1016/S0375-9601\(01\)00831-3](https://doi.org/10.1016/S0375-9601(01)00831-3)

