

El cáncer como modelo explicativo de las reglas estructurales de la evolución



Ciencia al Instante

¿Y si el cáncer no fuera solo una enfermedad, sino una ventana para entender cómo evolucionan los seres vivos? Este artículo propone una perspectiva revolucionaria: el cáncer revela las reglas ocultas que guían la variación biológica. Lejos de ser un proceso caótico, los tumores siguen patrones estructurales conservados del desarrollo embrionario. Al activarse de forma anómala, estos programas biológicos muestran los límites de cómo nuestras células pueden organizarse. Comprender el cáncer desde la biología evolutiva del desarrollo no solo transforma nuestra visión de la enfermedad, sino que ilumina los mecanismos fundamentales que moldean la vida multicelular.



El cáncer como modelo explicativo de las reglas estructurales de la evolución

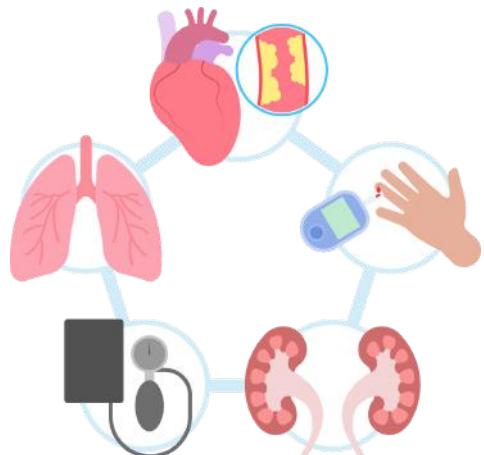
Cómo citar este artículo: Del Castillo-Falconi VM, Ochoa C, Fragoso-Ontiveros V, Cortés-González CC, Díaz-Chávez JL. 2026. El cáncer como modelo explicativo de las reglas estructurales de la evolución. Revista Ciencia y Naturaleza (1207).





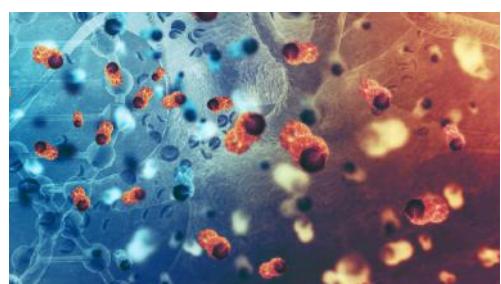
Cuando pensamos en Cáncer ¿Pensamos en Evolución?

El cáncer suele asociarse exclusivamente con un proceso biológico caracterizado por el crecimiento celular anómalo, la evasión de la apoptosis y la pérdida de la arquitectura tisular. Desde esta visión tradicional se ha concebido al cáncer como una enfermedad patológica resultado de mutaciones que rompen los mecanismos normales del crecimiento celular.



Sin embargo, esta perspectiva resulta limitada si se considera que el cáncer implica la activación de módulos de transcripción distintos a los presentes en los tejidos maduros o en los agregados celulares normales. En este artículo proponemos la idea de que el cáncer puede entenderse no solo como una enfermedad, sino como un proceso donde se exploran las reglas estructurales de la variación biológica entre los distintos organismos multicelulares.

Las células no operan de manera aislada, sino que siguen programas de desarrollo conservados que regulan la proliferación, la diferenciación y la organización tisular.

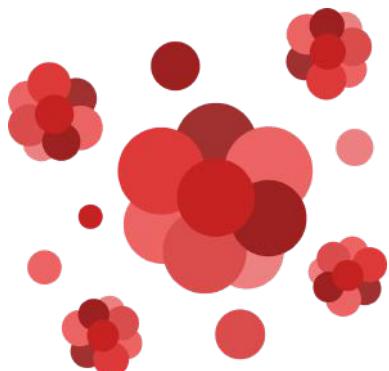


Evolution

Desde esta perspectiva, el cáncer no emerge fuera de estos programas, sino como una expresión particular de sus capacidades y límites, lo que abre la puerta a interpretarlo desde una perspectiva evolutiva del desarrollo.

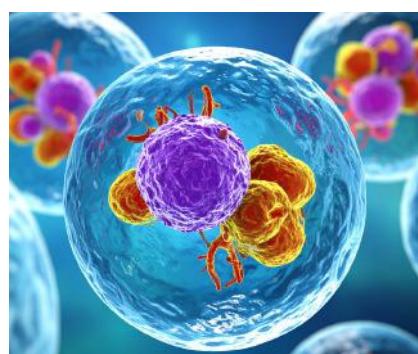
Más allá de la visión patológica

Desde una mirada evolutiva del desarrollo, el cáncer puede entenderse no sólo como un error genético, sino como una variación en la dinámica celular y tisular, vinculada a la proliferación y la morfogénesis durante la ontogenia, es decir, a la forma en que las células crecen y se organizan a lo largo del desarrollo.



Durante el desarrollo normal de un organismo existen rutas biológicas bien definidas que controlan la proliferación celular y la formación de tejidos y órganos. Estas mismas rutas junto con sus límites y potenciales de variación, pueden activarse de manera distinta y dar origen a formaciones tumorales, revelando una articulación entre el desarrollo normal y los procesos patológicos.

Desde esta perspectiva, el cáncer no surge al margen de los procesos normales del desarrollo, sino que refleja los límites que tienen los organismos cuando se generan las formas biológicas. En lugar de ser un fenómeno completamente caótico o al azar, el cáncer podría poner en evidencia a las reglas de la variación en los patrones definidos por el desarrollo de los tejidos.





Reglas estructurales

Así, el cáncer ofrece un modelo privilegiado para comprender, cómo los organismos exploran los límites estructurales impuestos por el desarrollo. La recurrencia de ciertos patrones celulares y la forma de los distintos tumores en distintas especies sugiere que la variación no es azarosa, sino guiada por reglas estructurales que canalizan ó limitan la forma en que las células y los tejidos se organizan en el cáncer.

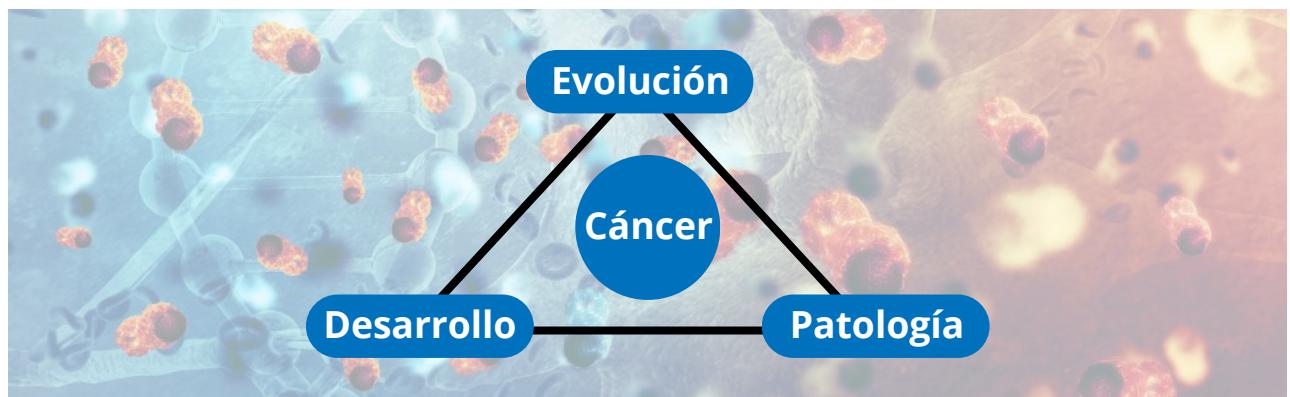


Figura 1. El cáncer como exploración de canales del desarrollo (Evo-Devo-Path). El cáncer es un proceso evolutivo donde se observa la variación patológica celular canalizada y restringida por el desarrollo.

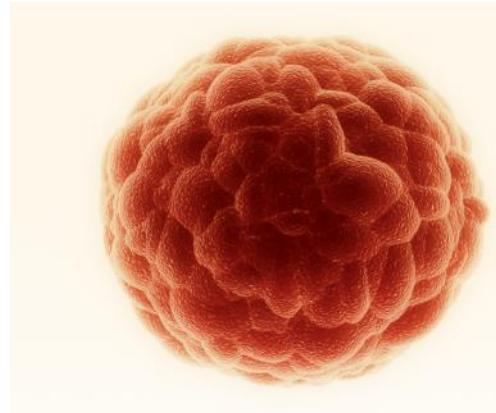
Cáncer y desarrollo: una ventana a la evolución

El cáncer ocurre en la mayoría de los animales, por lo que permite estudiarlo como parte del desarrollo de un módulo estructural permitido por las vías establecidas por el desarrollo.

¿De qué manera el cáncer nos permite entender los procesos de variación biológica? Por un lado, de acuerdo con la perspectiva tradicional, la evolución ocurre de manera gradual.



Sin embargo, la observación del crecimiento anómalo de las células muestra que las estructuras pueden surgir de manera discontinua. Por otro lado, se observa que durante el crecimiento de los tipos y subtipos de tumor (teratomas), este desarrollo no es aleatorio, sino que sigue una serie de reglas estructurales que dicen como se organizan las células y los tejidos.



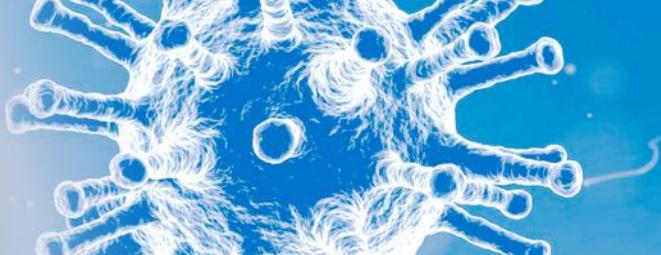
Para llevar: lo que el cáncer nos enseña

Si se considera el cáncer como una variación del desarrollo modular, su desarrollo refleja límites estructurales explorados por las capacidades variacionales del organismo. El cáncer es un fenómeno que nos permite entender el comportamiento de la variación. Lejos de ser un proceso azaroso, el cáncer tiene una lógica en su organización, mostrando que incluso en la enfermedad existen reglas que guían la forma y disposición de las células.

“El cáncer no es una disfunción aleatoria, sino una expresión de las reglas estructurales que regulan la variación biológica”



Crédito de imágenes en orden de aparición: Pexels(Px), Getty Images, Alecu Buse's Images, Getty Images Pro (GIP), Spectaicons, Aflo Images , irasutoya, Viktor Gladkov, OmarLove1art, Science Photo Library, Canva AI Studio, Puwadol Jaturawutthichai's Images, Legona, Indah Lestari, Photo Images, TOONLOGO, valentynsemenov. Crédito de figuras: Proporcionadas por los autores. Los autores utilizaron ChatGPT simplemente para revisión de ortografía y estilo. Declaran que ningún párrafo ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con esta herramienta de AI.



Para Consulta

-  Ochoa C. 2025. The Structure of the H-Evo-Devo Theory. In Hierarchical Evolutionary-Developmental Theory: Towards a New Theory of Evolution (pp. 121-146). Cham: Springer Nature Switzerland.
-  Diogo R, Molnar JL, Smith CM, *et al.* 2017. Developmental evidence for serial homology of the vertebrate jaw and gill arch skeleton. *Nature Ecology & Evolution* 1: 0179.
-  Diogo R, Guinard G, Diaz Jr RL. 2017. Dinosaurs, chameleons, humans, and evo-devo path: Linking Étienne Geoffroy's teratology, Waddington's homeorhesis, Alberch's logic of "monsters," and Goldschmidt's hopeful "monsters." *Developmental Dynamics* 246(12): 1027– 1046.
-  Patel AS, Yanai I. 2024. A developmental constraint model of cancer cell states and tumor heterogeneity. *Cell* 187(12): 2907–2918.
-  Soto-Ortiz L, Aranda-Anzaldo A, García-Mendoza A. 2022. Cancer as a deviation of normal developmental programs: An evo-devo perspective. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 174: 82–90.
-  Vendramin R, Litchfield K, Swanton C. 2021. Cancer evolution: Darwin and beyond. *The EMBO Journal* 40(18): e108389.

Dr. David A. Paz García
Editor en Jefe Revista CyN

Diseño de publicación: Sofía Paz





Víctor Manuel Del Castillo Falconi

Unidad de Genotipificación, PCR digital y Bioinformática (UNIGpGBIO); Subdirección de Investigación Básica (SIB); Instituto Nacional de Cancerología (INcan), México. Su investigación integra biología evolutiva, evo-devo y cáncer, utilizando la epigenética, la metilación del DNA y la regulación génica como marcos explicativos de la evolución.

contacto: vdcfalconi@gmail.com



Carlos Alberto Ochoa Olmos

Facultad de Ciencias; Departamento de Biología Evolutiva; Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente imparte clases en la Facultad de Ciencias de la UNAM y pertenece al SNII. Se especializa en la historia, la enseñanza y los fundamentos teóricos de la Biología Evolutiva del Desarrollo (Evo-Devo)

contacto: carlos008a@ciencias.unam.mx



Verónica Zoraya Fragoso Ontiveros

Clínica de Cáncer Hereditario; Instituto Nacional de Cancerología (INcan), México. Investigadora en Ciencias Médicas. Especialista en análisis molecular de variantes genéticas asociadas al desarrollo del cáncer hereditario.

contacto: ontiverosfvero@gmail.com



Carlo César Cortés González

Unidad de Genotipificación, PCR digital y Bioinformática (UNIGpGBIO); Subdirección de Investigación Básica (SIB); Instituto Nacional de Cancerología (INcan), México. Investigador en Ciencias Médicas (Instituto Nacional de Cancerología). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Línea de investigación: Respuesta al estrés celular en cáncer y diversas patologías.

contacto: ccortes@biomedicas.unam.mx



José De La Luz Díaz Chávez

Laboratorio de Oncología Molecular y Biomarcadores, Subdirección de Investigación Básica, Instituto Nacional de Cancerología. Profesor Investigador en el área de Cáncer enfocada en la Biología Molecular y Celular. Su sólida formación en genética y biología molecular le permite centrar su investigación en la comprensión detallada de los mecanismos de desarrollo y progresión del cáncer

contacto: jdiazchavez03@gmail.com