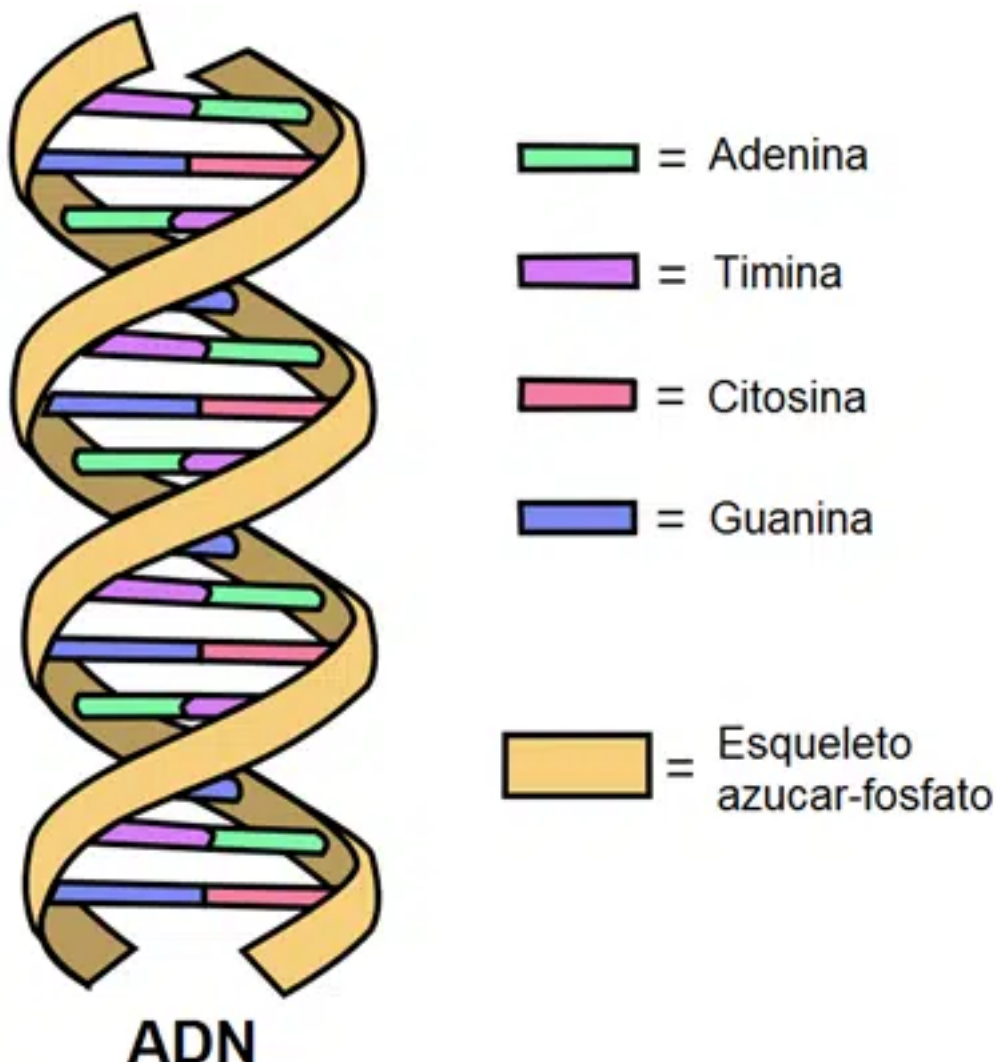


Fechas trascendentes de la ciencia: 1953 Descubrimiento de la estructura de doble hélice del ADN

El **descubrimiento en 1953 de la doble hélice**, la estructura en escalera retorcida del ácido desoxirribonucleico (ADN), **por James Watson y Francis Crick** marcó un hito en la historia de la ciencia y **dio origen a la biología molecular moderna**, que se centra principalmente en comprender **cómo los genes controlan los procesos químicos dentro de las células**.



En poco tiempo, su descubrimiento aportó **conocimientos revolucionarios sobre el código genético y la síntesis de proteínas.**

Durante las décadas de 1970 y 1980, contribuyó al desarrollo de nuevas y potentes técnicas científicas, en particular la investigación del **ADN recombinante, la ingeniería genética, la secuenciación rápida de genes y los anticuerpos monoclonales,** técnicas sobre las que se fundamenta la multimillonaria industria biotecnológica actual.

Los principales avances científicos actuales, como **la huella genética y la medicina forense moderna, el mapeo del genoma humano** y la promesa, aún no realizada, de **la terapia génica,** tienen su origen en el inspirador trabajo de Watson y Crick.

La **doble hélice** no solo ha transformado la biología, sino que se ha convertido en un icono cultural, presente en esculturas, artes visuales, joyería y juguetes.

A principios de la década de 1950, los investigadores que trabajaban con el ADN utilizaban el **término "gen"** para referirse a la **unidad más pequeña de información genética,** pero desconocían su estructura y composición química, así como su mecanismo de replicación, con muy pocos errores, generación tras generación.

En 1944, **Oswald Avery demostró que el ADN era el "*principio transformador*", el portador de la información hereditaria, en las bacterias neumocócicas.**

Sin embargo, muchos científicos seguían creyendo que el ADN tenía una estructura demasiado uniforme y simple para almacenar la información genética necesaria para la formación de organismos vivos complejos.

Argumentaban que el material genético debía estar compuesto de proteínas, moléculas mucho más diversas e intrincadas, conocidas por desempeñar múltiples funciones biológicas en la célula.

Crick y Watson reconocieron, en una etapa temprana de sus carreras, que obtener un conocimiento detallado de la configuración tridimensional del gen era el problema central de la biología molecular.

Sin dicho conocimiento, la herencia y la reproducción resultaban incomprensibles.

Abordaron este problema desde su primer encuentro, en el verano de 1951, y lo abordaron con una dedicación absoluta durante los siguientes dieciocho meses.

Esto implicó la ardua tarea intelectual de sumergirse en todos los campos científicos involucrados:

genética, bioquímica, química, fisicoquímica y cristalografía de rayos X.

Basándose en los resultados experimentales de otros (no realizaron experimentos propios con ADN), aprovechando sus conocimientos científicos complementarios **en física y cristalografía de rayos X (Crick) y genética viral y bacteriana (Watson)**, y confiando en su brillante intuición, perseverancia y un poco de suerte, **demonstraron que el ADN poseía una estructura suficientemente compleja y, a la vez, elegantemente simple como para ser la molécula maestra de la vida.**

Otros investigadores habían realizado hallazgos importantes, aunque aparentemente inconexos, sobre la composición del ADN; **Watson y Crick fueron los encargados de unificar estos hallazgos dispares en una teoría coherente de la transferencia genética.**

El químico orgánico **Alexander Todd** había determinado que la estructura principal de **la molécula de ADN contenía grupos repetitivos de fosfato y azúcar desoxirribosa.**

El bioquímico **Erwin Chargaff** había descubierto que, si bien la cantidad de ADN y de sus **cuatro tipos de bases —las bases púricas adenina (A) y guanina (G), y las bases pirimídicas citosina (C) y timina (T)—** variaba ampliamente de una especie a otra, **la A**

y la T siempre aparecían en proporciones de uno a uno, al igual que la G y la C.

Maurice Wilkins y Rosalind Franklin habían obtenido **imágenes de rayos X de alta resolución de fibras de ADN** que sugerían una **forma helicoidal**, similar a un sacacorchos.

Linus Pauling, entonces el químico físico más importante del mundo, había descubierto recientemente la **hélice alfa monocatenaria**, la estructura presente en muchas proteínas, lo que impulsó a los biólogos a considerar formas helicoidales.

Además, había sido pionero en el **método de modelado químico mediante el cual Watson y Crick descifrarían la estructura del ADN.**

De hecho, Crick y Watson temían ser eclipsados por **Pauling, quien propuso su propio modelo de ADN en febrero de 1953**, aunque su **estructura helicoidal de tres hebras pronto demostró ser errónea.**

El momento, pues, era propicio para su descubrimiento.

Tras varios intentos fallidos de construcción de modelos, incluyendo su propia versión de tres hebras, que resultó desafortunada, y otra en la que las bases

se emparejaban de forma idéntica (adenina con adenina, etc.), lograron su gran avance.

Jerry Donohue, un químico físico estadounidense que compartió la oficina de Watson y Crick durante ese año, señaló que **la configuración de los anillos de carbono, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno** (los elementos de las cuatro bases) **en la timina y la guanina** que aparecía en la mayoría de los libros de texto de química **era incorrecta**.

El **28 de febrero de 1953**, Watson, siguiendo el consejo de Donohue, colocó las dos bases en su forma correcta en modelos de cartón moviendo un átomo de hidrógeno de una posición donde se unía al oxígeno a una posición vecina donde se unía al nitrógeno.

Mientras manipulaba los recortes de cartón de las moléculas exactas sobre su escritorio, Watson se percató, en un momento de inspiración, de que **la adenina (A), al unirse con la timina (T), se asemejaba mucho a una combinación de citosina (C) y guanina (G)**, y que cada par podía mantenerse unido mediante **enlaces de hidrógeno**.

Si la A siempre se emparejaba con la T, y viceversa, la C con la G, entonces no solo se explicaban las **reglas de Chargaff** (que en el ADN, la cantidad de A es igual a la de T, y la de C a la de G), sino **que los pares podían encajar perfectamente**

entre las dos cadenas principales helicoidales de azúcar-fosfato del ADN, los rieles exteriores de la escalera.

Las bases se conectaban a las dos cadenas principales en ángulo recto, mientras que estas conservaban su forma regular al enrollarse alrededor de un eje común; todas estas características estructurales eran exigidas por la evidencia de rayos X.

De manera similar, **el emparejamiento complementario de las bases** era compatible con el hecho, también establecido por el patrón de difracción de rayos X, de que **las cadenas principales discurrían en direcciones opuestas, una hacia arriba y la otra hacia abajo.**

Watson y Crick publicaron sus hallazgos en un artículo de una página, con el sobrio título de "***Una estructura para el ácido desoxirribonucleico***", en la revista científica británica ***Nature*** el **25 de abril de 1953**, ilustrado con un dibujo esquemático de la doble hélice realizado por la **esposa de Crick, Odile.**

Un sorteo decidió el orden en que se les nombraría como autores.

Su artículo de 900 palabras, publicado en *Nature*, concluía, de forma célebre: "***No se nos ha escapado que el emparejamiento específico que***

hemos postulado sugiere inmediatamente un posible mecanismo de copia para el material genético".

Entre las "**novedosas características**" de "**considerable interés biológico**" que describieron, destacaba el **emparejamiento de las bases en el interior de las dos cadenas principales del ADN: A=T y C=G.**

Esta regla de emparejamiento sugería de inmediato un **mecanismo de copia para el ADN: dada la secuencia de bases en una cadena, la de la otra se determinaba automáticamente**, lo que significaba que **cuando las dos cadenas se separaban, cada una servía de plantilla para una nueva cadena complementaria.**

Watson y Crick desarrollaron sus ideas sobre la replicación genética en un **segundo artículo en *Nature*, publicado el 30 de mayo de 1953.**

Ambos habían demostrado que, en el ADN, la forma determina la función: **la molécula de doble cadena podía producir copias exactas de sí misma y, al mismo tiempo, contener instrucciones genéticas.**

Durante los años siguientes, Crick profundizó en las implicaciones del modelo de doble hélice, planteando la hipótesis, entonces revolucionaria pero ahora ampliamente aceptada, de que **la secuencia de**

bases del ADN constituye un código mediante el cual se puede almacenar y transmitir información genética.

Aunque hoy se reconoce como **uno de los artículos científicos fundamentales del siglo XX**, el artículo original de **Watson y Crick en *Nature*** no fue citado con frecuencia al principio.

Su verdadera importancia se hizo evidente, y su difusión se amplió, solo hacia **finales de la década de 1950**, cuando se demostró que la estructura del ADN que habían propuesto proporcionaba un **mecanismo para controlar la síntesis de proteínas**, y cuando **sus conclusiones fueron confirmadas en el laboratorio por Matthew Meselson, Arthur Kornberg y otros.**

El propio Crick comprendió de inmediato la importancia de su descubrimiento y el de Watson.

Como recordó **Watson**, tras su gran avance conceptual el 28 de febrero de 1953, Crick declaró a los comensales reunidos en The Eagle que habían **"encontrado el secreto de la vida"**.

Crick no recordaba tal anuncio, pero sí recordaba haberle dicho a su esposa aquella noche **"que parecía que habíamos hecho un gran descubrimiento"**.

Reveló que *"años después me dijo que no se lo había creído ni una palabra"*.

Al recordar sus palabras, Crick añadió: ***"Siempre llegabas a casa diciendo cosas así, así que, naturalmente, no le di importancia"***.

Los relatos retrospectivos del descubrimiento de la estructura del ADN han seguido suscitando cierta controversia.

Crick se indignó ante la descripción que Watson hizo de su colaboración en ***La doble hélice (1968)***, calificando el libro de **traición a su amistad, intromisión en su privacidad y distorsión de sus motivaciones.**

Emprendió una campaña infructuosa para impedir su publicación.

Finalmente, se reconcilió con el éxito de ventas de Watson, concluyendo que, si bien presentaba un retrato desfavorable de un científico, era el de Watson, no el suyo propio.

Una controversia más duradera surgió a raíz del **uso que Watson y Crick hicieron de la evidencia cristalográfica de Rosalind Franklin sobre la estructura del ADN**, la cual les fue mostrada, sin su conocimiento, por su colega distanciado, **Maurice Wilkins, y por Max Perutz.**

Su evidencia demostró que **las dos cadenas principales de azúcar-fosfato se ubicaban en la parte exterior de la molécula**, confirmó la conjetura de Watson y Crick de que **dichas cadenas formaban una doble hélice** y reveló a Crick que eran **antiparalelas**.

El **excelente trabajo experimental de Franklin** resultó, por lo tanto, **crucial para el descubrimiento de Watson y Crick**.

Sin embargo, apenas le brindaron reconocimiento.

Aun así, Franklin no les guardó rencor.

Había presentado sus hallazgos en un seminario público al que ella misma los había invitado.

Pronto abandonó la investigación del ADN para estudiar el **virus del mosaico del tabaco**.

Entabló amistad con Watson y Crick, y **pasó su último período de remisión del cáncer de ovario en casa de Crick (Franklin falleció en 1958)**.

Crick creía que él y Watson habían utilizado su testimonio de forma apropiada, al tiempo que admitía que su actitud paternalista hacia ella, tan evidente en ***La doble hélice***, **reflejaba las convenciones contemporáneas de género en la ciencia**.

* <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://translate.google.com/translate?u=https://profiles.nlm.nih.gov/spotlight/sc/feat/ure/doublehelix&hl=es&sl=en&tl=es&client=srp&ved=2ahUKEwia9JDa242UAxWbH7kGHYhKJg8QFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw2rULbK2VZzCMZATu-A7H7u>

** https://www-genome-gov.translate.goog/25520255/online-education-kit-1953-dna-double-helix?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc