

Ciencia de (Película)²



Gobierno de
Tierra del Fuego
Antártida e Islas
del Atlántico Sur

Secretaría de
Ciencia y
Tecnología

Pablo Alejandro Cabanillas, Lucía Ojeda Mariani,
Juana Yañez Seoane, Micaela Cardoso Wegrzyn

somos Gobierno de
Tierra del Fuego

I - Evolution

TÍTULO: Evolution
DIRECTOR: Ivan Reitman
AÑO: 2001
GÉNERO: Ciencia ficción, comedia
PAÍS: EEUU
DURACIÓN: 104 minutos

“

**ME SORPRENDE EL DESINTERÉS ACERCA
DE COSAS COMO LA FÍSICA, EL ESPACIO,
EL UNIVERSO Y LA FILOSOFÍA DE
NUESTRA EXISTENCIA, NUESTRO PRO-
PÓSITO, NUESTRO DESTINO FINAL.
ES UN MUNDO LOCO. SÉ CURIOSO.**

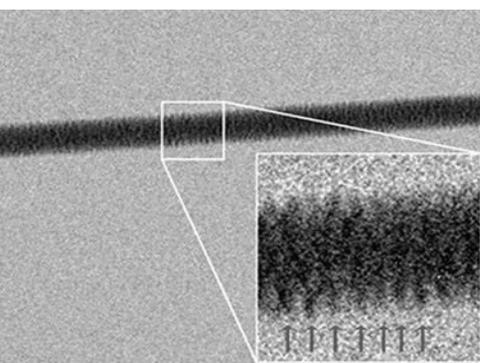
Stephen Hawking

”

Evolution

Ciencia de (Película)²

Es un proyecto que confeccionó estos cuadernillos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales (y afines) con ayuda de la ciencia ficción.



Gentile et al., 2012



Wikimedia Commons

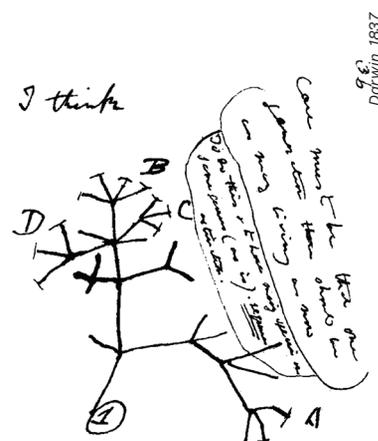
Autores

Pablo Alejandro Cabanillas

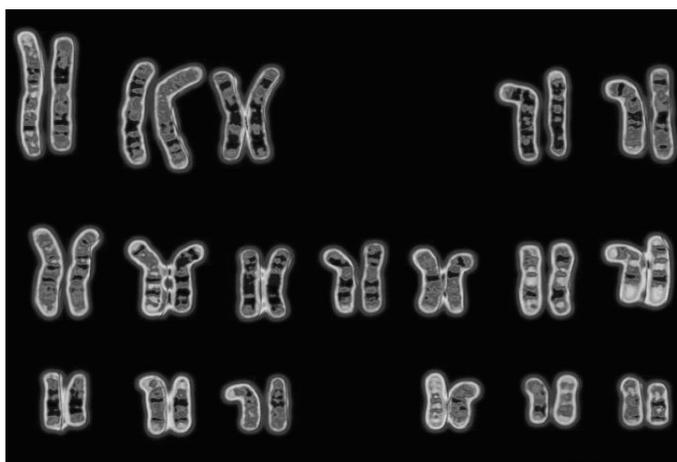
Lucía Ojeda Mariani

Juana Yañez Seoane

Micaela Cardoso Wegrzyn



Darwin, 1837



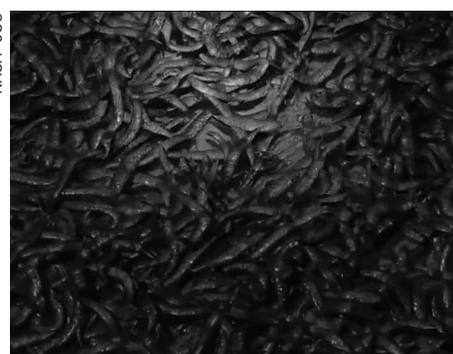
Wessex Reg. Genetics Centre

Índice

- 04** ¿Por qué hacemos lo que hacemos?
- 05** Ideas para trabajar con la película
- 06** Actividad 1: Evolución
- 08** Actividad 2: Genética
- 10** Bibliografía y otros recursos



NASA - JSC



¿Por qué hacemos lo que hacemos?

En nuestro país, los tópicos científicos son percibidos con interés por la mitad de la sociedad, bastante por debajo de los deportes. Sin embargo los encuestados declararon mayor interés que el grado de información que perciben recibir. Este panorama es preocupante en un mundo que depende cada día más de la ciencia y la tecnología y, paradójicamente, la entiende cada vez menos.

El uso del cine es una poderosa herramienta didáctica que se encuentra infrutilizada por los docentes, incluso por aquellos que reconocen su potencial pedagógico. La ciencia ficción como vía para la enseñanza de la ciencia es el paso natural para contextualizar e ilustrar conceptos abstractos, discutir concepciones erróneas y la imagen misma del científico e interesar a las siguientes generaciones en la ciencia.

El género de ciencia ficción por definición trata temas científicos y por tradición aborda especialmente aquellos que ocupan

o preocupan las mentes de una determinada época. Las temáticas específicas abarcan cuestiones tales como escenarios de futuros desastres ambientales derivados del accionar humano (Wall-E, Nausicaa del valle del viento), viajes espacio-temporales (Interstellar, Viaje a las estrellas, Contacto), inteligencia artificial (Wall-E, Futurama), ingeniería genética (Alien Prometheus, Futurama), evolución (Después de la Tierra), colonización de nuevos planetas (El marciano, Desafío total), por citar sólo algunos.

Ciencia de Película trabaja sobre dos objetivos principales; por un lado, genera secuencias didácticas y actividades específicas en base a películas y capítulos de series de ciencia ficción para la enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Por el otro, estas actividades permiten tender puentes hacia otras asignaturas, como la literatura, la filosofía, la ilustración o la geografía.

A través de su instancia de socialización, el ciclo de cine busca crear un entorno propicio para el aprendizaje autónomo, en el que todos aprenden de todos, se proyectan visiones diferentes y se fomenta la discusión de ideas.

Esta serie de cuadernillos pretende ser el disparador para nuevas experiencias áulicas.

Guía de análisis: Ideas para trabajar con la película

1

+ **Protocolo de laboratorio.** Imagen del científico. Protocolos biológicos para aislamiento. Manejo de ejemplares biológicos. Manejo de posibles amenazas biológicas.

+ **Antropocentrismo.** Especie humana como punto cúlmine de la evolución biológica vs. especie humana como un homínido lampiño y macrocéfalo. Controversia. escala evolutiva vs. condiciones apo- y plesiomórfica.

2

+ **Evolución.** Variedad al azar y selección. Teorías evolutivas antiguas y actuales. Paradigma actual en evolución y teorías rivales. Tasa evolutiva.

+ **Adaptación.** Variedad al azar y adaptación. Adaptación a la vida cavernícola: búsqueda bibliográfica para analizar los organismos actuales adaptados a la vida cavernícola. Comparación entre las adaptaciones reales y los organismos de la película. Mecanismos de evolución. Sistemas autorregulados. Daisy world.

3

+ **Panspermia vs. Abiogénesis.** ¿Cómo se originó la vida en La Tierra? ¿Qué es la panspermia? ¿Cuál es la polémica? Imagen del meteorito de la película vs. meteoritos hallados en Antártida. Comparación de bacterias fósiles y actuales con la protobacteria de la película: tamaño proporcional, forma, composición química y fosilización de bacterias.

+ **Genética.** Transmisión horizontal de genes. ADN, ARN y ¿AXN? Código genético real (4 bases) vs. código genético de los organismo del meteorito de la película (10 pares de bases).

Evolución

La evolución biológica es un proceso exhaustivamente registrado por las ciencias; sin embargo no hay consenso sobre cuáles son los mecanismos evolutivos preponderantes. La película muestra la evolución de una forma de vida que pasa por eventos evolutivos muy similares a los ocurridos en nuestro planeta pero a una velocidad increíble.

En la actualidad existe un creciente (y preocupante) movimiento anticientífico, entre ellos se destacan terraplanistas, anti-vacunas y creacionistas. En este contexto, es imperativa la defensa de la educación en ciencias por parte de la sociedad, y para eso es imprescindible la discusión de hechos e ideas que hacen a la ciencia actual.

Evolución. ¿Cuáles son las pruebas de la evolución? ¿Cuántos casos de evolución pudieron ser observados de manera directa? ¿Cuáles son las teorías que buscan explicar los mecanismos evolutivos? Compare las ideas de Lamarck y Darwin, incluyendo lugar y fecha en que fueron propuestas. Lamarck ¿tonto, animista o gran científico (pero fue ridiculizado)? Busque evidencias sobre la transmisión de caracteres adquiridos en la biología moderna (teoría de la endosimbiosis sucesiva y transmisión horizontal de genes).

Darwinismo vs. Neodarwinismo. Explique las diferencias entre el darwinismo y el neodarwinismo: ¿Cuáles son las diferencias filosóficas entre ambas teorías? ¿Cuándo y por quiénes fueron propuestas? ¿Cuál es el origen de las variaciones dentro de una especie para cada una?

Teorías rivales al neodarwinismo. Teoría neutralista: ¿Qué es y qué consecuencias tiene para la síntesis moderna de la evolución? **Teoría de la endosimbiosis sucesiva:** esta teoría explica el surgimiento de las células eucariotas por asociación y mutualismo, ¿qué es y qué consecuencias tiene para la síntesis moderna de la evolución? **Transmisión horizontal de genes:** ¿Qué es y qué consecuencias tiene para la síntesis moderna de la evolución?

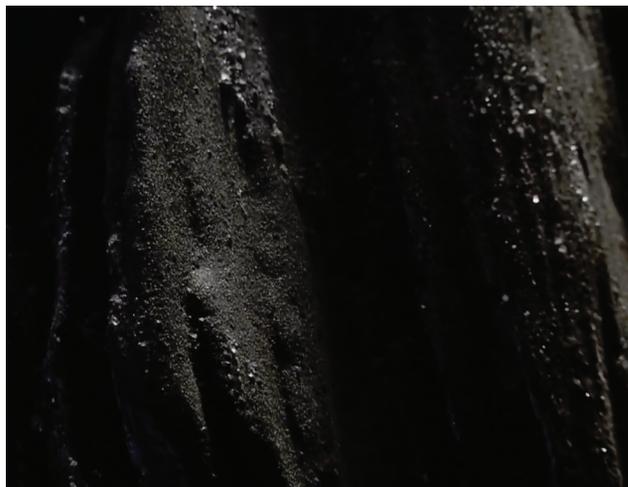
Observe la secuencia de la película donde los “reptiles” alados salen a la superficie y mueren en grandes cantidades. Congele la pantalla y cuente: ¿Cuántos mueren asfixiados y cuántos sobreviven? ¿Qué tipo de selección natural es?

¿Cuáles son los grandes hitos en la evolución de la vida en la Tierra? En la película, ¿se observan eventos similares? Capture (o dibuje) los diferentes organismos que se muestran en cada momento y señale sus características. Busque a qué organismos del presente o del pasado terrestre se parecen ¿hay alguno que no tenga semejante?

Antropocentrismo. ¿Cuál es el organismo más inteligente que se muestra en la película? Busque un árbol evolutivo antiguo y uno moderno y compare la posición de nuestra especie en ambos. ¿El ser humano es la especie más evolucionada? ¿Por qué? ¿Qué implicancias filosóficas tiene su respuesta? atrevase a preguntárselo a su familia y sistematice las respuestas.

Adaptación. ¿En qué difieren los conceptos de aclimatación, adaptación, exaptación y evolución? ¿La evolución siempre da como resultado la adaptación? ¿La adaptación es previa, simultánea o posterior a los cambios en el entorno? ¿Cuál es el rol del azar en la adaptación? En la película, ¿cuáles son los procesos adaptativos que se observan? Busque imágenes de organismos cavernícolas: ¿Qué adaptaciones se observan? ¿Observa esas mismas adaptaciones en los organismos de la película? Los organismos extraterrestres de la película no son capaces de respirar oxígeno, ¿qué evidencias de esto se muestran? ¿La atmósfera dentro de la cueva cambia con la actividad de los nuevos organismos o permanece igual que la atmósfera externa?

Panspermia vs. Abiogénesis. ¿Cómo se originó la vida en la Tierra? ¿Qué es la panspermia? Compare la imagen del meteorito ALH-84001 con la del meteorito de la película ¿en qué se parecen y en qué se diferencian? Compare la imagen de una bacteria actual (vista al microscopio electrónico de barrido), una bacteria fósil y la imagen microscópica del interior del meteorito ALH84001: ¿En qué se parecen y en qué se diferencian? ¿Cómo se reflejan estas ideas en la película?



Superficie del meteorito

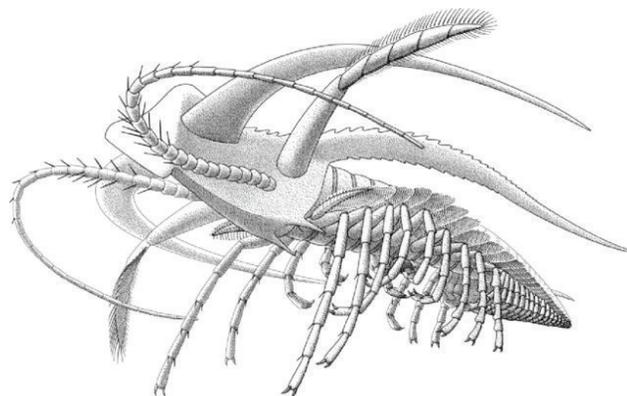
Bibliografía propuesta:

Blanc, Marcel. 1982. Las teorías de la evolución hoy. Mundo Científico 2 (12): 288-303.

Blanc presenta un resumen de las principales ideas y críticas al neodarwinismo así como su origen.

Aldana, M., Cocho, G. y Martínez Mekler, G. 2000. La vida... ¿se originó en la Tierra? Revista ¿Cómo ves? 23: 10-18.

Con lenguaje simple y didáctico y buenos gráficos, este texto aborda las principales ideas y controversias respecto al origen de la vida en La Tierra.



Arriba: organismo unicelular (ficticio)
Abajo: organismo unicelular (ameba)

Arriba: gusano plano (ficticio)
Abajo: gusano plano (planaria)

Arriba: organismo caminador (ficticio)
Abajo: organismo caminador (Marella)

Genética

La genética es la gran estrella de la biología moderna, y con razón: en los últimos 40 años ha revolucionado nuestra comprensión de los organismos, la forma en que se desarrollan y realizan y regulan toda su actividad. Se ha llegado a decir que si se conociera la secuencia genética completa de un individuo se podría saber todo sobre él.

Si bien este pronóstico nunca se cumplió aún persiste la idea generalizada de que la genética es la solución a casi cualquier problema biológico o médico.

Genética y evolución. ¿Qué relación existe entre estas dos ramas de la biología? ¿El genoma se plasma directamente en el organismo? ¿Qué factores regulan su expresión? ¿Qué es y cómo funciona la epigenómica?

¿Cuántos genomas existen en una célula? ¿Es la misma cantidad en las células de cada Reino? Genoma nuclear, mitocondrial y cloroplasmático. ¿Cómo interactúan entre sí? ¿Cómo se transmiten entre generaciones estos genomas? ¿Qué nos dice esto sobre la evolución de las especies?

¿Cómo se transmite la información genética de una generación a la otra? ¿Cuáles son las reglas que rigen la transmisión de genes entre generaciones? ¿Cuál es la relación entre la variación genética y la evolución?

En la década del 1990 un investigador japonés descubrió que grandes secciones de las secuencias genéticas no codifican nada, ¿cómo se relaciona esto con la idea del neutralismo? ¿Esto significa que hay partes del código genético que no tienen función? ¿Qué uso le puede dar la ciencia a estos segmentos no codificantes? (reloj molecular).

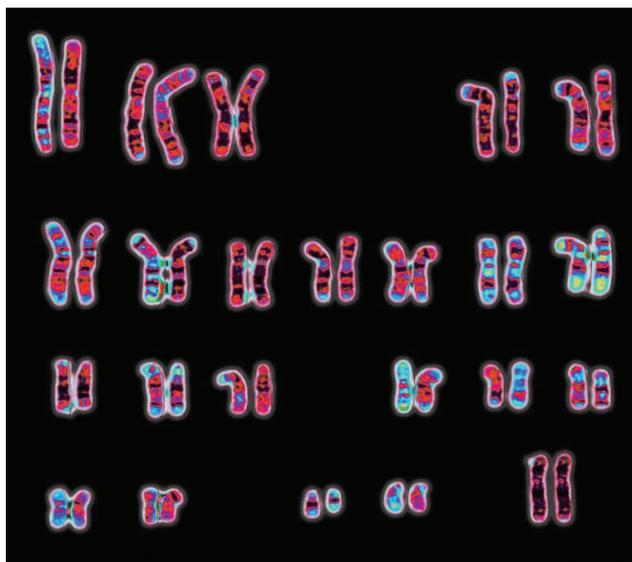
ADN y ARN. ¿De qué está hecho el material genético? ¿Dónde está cada tipo de ácido nucleico? ¿Qué función cumple cada uno? ¿Cómo se relacionan entre sí y con el entorno? ¿Cómo se descubrió la forma tridimensional del ADN? ¿Cuál fue el aporte de Rosalind Franklin? Lea el artículo humorístico de Lev Yádún, busque alguna anécdota o dato curioso sobre un/a gran científico/a y construya una sátira al respecto. ¿Se ha podido observar el ADN al microscopio? ¿Por qué?

ADN, ARN y AXN. En el 2018 se sintetizó por primera vez un ácido nucleico nuevo en el laboratorio: el AXN. ¿Qué implicancias tiene este descubrimiento en el campo de la genética? ¿Y en las ideas sobre el origen de la vida? ¿Y en la búsqueda de vida extraterrestre? ¿Y en la hipótesis de “La Tierra mediocre”?

Proyecto genoma humano. ¿Cuál era el objetivo de este proyecto? ¿Cumplió con sus objetivos? ¿Qué innovaciones se desarrollaron asociadas a este proyecto? ¿Cuánta verdad hay en la afirmación: “si se conociera la secuencia genética completa de un individuo se podría saber todo sobre él”? ¿Qué es el proyecto genoma humano del cáncer? ¿Qué significa “ADN no es destino”?

Tasa evolutiva. En la película se analiza una muestra viva del organismo unicelular del meteorito en un aparato. El resultado arroja el dato que la forma de vida tiene un código genético de 10 pares de bases y esa sola evidencia demuestra la procedencia extraterrestre de la criatura. ¿Le parece suficiente evidencia? ¿Existe una máquina como esa en la actualidad? Más adelante en la película se dice que la gran cantidad de bases nitrogenadas de los organismos es la causa de la altísima tasa evolutiva de estos organismos. ¿Es esto razonable? ¿Qué evidencias a favor y en contra existen en el conocimiento científico actual? Las tasas evolutivas de los organismos terrestres son diferentes en cada grupo, ¿las tasas evolutivas son iguales en todos los organismos de la película? ¿Cómo se calculan las tasas evolutivas? ¿Por qué son diferentes las tasas evolutivas morfológicas y genéticas?

Crispr/Cas-9. En los últimos años se ha desarrollado un nuevo sistema de edición de genes basados en una proteína bacteriana: Crispr/Cas-9. Esta técnica es muy exacta y barata. ¿En qué bacteria fue descubierta esta proteína? ¿Cuál es su rol biológico en la bacteria? ¿Cuáles son las posibles aplicaciones esta técnica? ¿Cuál de estas se pueden poner en práctica en la actualidad? ¿Cuáles serían las ventajas y riesgos de éstas? ¿Qué problemas éticos plantean estas aplicaciones en seres vivos? ¿Qué problemas éticos plantean estas aplicaciones en seres humanos? ¿Qué riesgos implica el uso de esta técnica en el desarrollo de armas biológicas? Considere las posibles sinergias con el actual desarrollo de armas autónomas y de drones.



Wessex Reg. Genetics Centre

Un conjunto de cromosomas humanos. Investigadores han desarrollado una herramienta que busca alteraciones en el ADN y millones de puntos en el genoma

Bibliografía propuesta:

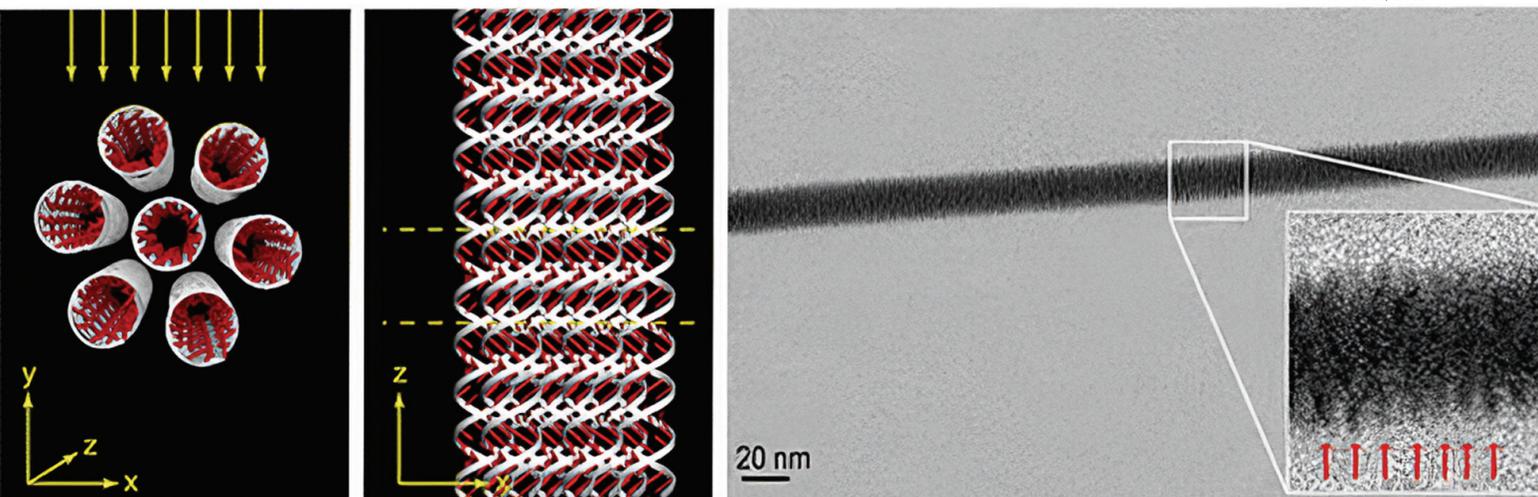
Investigación y Ciencia. 2014. Saltarse las reglas del código genético. <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/saltarse-las-reglas-del-codigo-genetico-12157>

Artículo sobre la interacción entre diferentes códigos genéticos ya que no todas las asociaciones son viables, es decir no todos los organismos leen el genoma de igual manera.

Lev-Yadun, S. 1996. Great Discoveries in Science 2: Why a Double Helix? *Journal of Irreproducible Results* 41:9.

Artículo humorístico en Inglés que ironiza sobre la afición al alcohol de uno de los padres de la genética y las posibles consecuencias en sus interpretaciones.

Gentile et al., 2012



Aspecto de un manojo de 7 hebras de ADN empaquetadas: modelo geométrico (izq.) y primera imagen directa de la doble hélice de ADN al microscopio electrónico de transmisión (der.)

Panspermia

Puchet Anyul y Sirio Bolaños, C. 2013. La panspermia y el origen de la vida. Revista ¿Cómo ves? 171: 16-17.

Centro de Astrobiología. 2015. PANSPERMIA MOLECULAR O SOPA PRIMORDIAL: Philae encuentra compuestos orgánicos en el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko considerados precursores de la vida. NOTA DE PRENSA 30-7-2015.

González Oreja, J. A. 2016. Quo vadis, panspermia? Del origen de la vida en la Tierra a una ecología interplanetaria. eVOLUCIÓN 11:71-88.

Ortega-Gutiérrez, F. 2015. El origen geológico de la vida: una perspectiva desde la meteorítica. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 18(1):71-81.

Dificultad



Abiogénesis

Aldana, M., Cocho, G. y Martínez Mekler, G. 2000. La vida... ¿se originó en la Tierra? Revista ¿Cómo ves? 23: 10-18

Menor-Salván, C. 2013. La química del origen de la vida. An. Quím. 109: 121-129..

Rojas Peña, I. 2004. El Origen de la Vida sobre la Tierra. Instituto de Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 36 p.



Evolución

Blanc, Marcel. 1982. Las teorías de la evolución hoy. Mundo Científico 2 (12): 288-303

Marchisio, A.O., Devesa, H.D., Rosso, C.C. y Sica, F. 2012. La evolución biológica, actualidad y debates. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. 145 p.

Gould, S. J., & Lewontin, R. (1982). La adaptación biológica. Mundo científico 22: 214-223



Genética

FayerWayer. 2012. Crean ADN sintético que evoluciona y se replica. <https://www.fayerwayer.com/2012/04/axn-el-adn-sintetico-que-evolucionaria-y-se-replica-por-si-mismo/>

Investigación y Ciencia. 2014. Saltarse las reglas del código genético. <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/saltarse-las-reglas-del-codigo-gentico-12157>

Lev-Yadun, S. 1996. Great Discoveries in Science 2: Why a Double Helix? Journal of Irreproducible Results 41:9.

Lentzos, F. y Invernizzi, C. 2018. DNA origami Unfolding risk - Bulletin of the Atomic Scientists <https://thebulletin.org/2018/01/dna-origami-unfolding-risk/>

Serrano, J.J. 2015. CRISPR/Cas9: La enésima revolución. Encuentros en la Biología 7 (152): 207-210



Escanea este código
y accede a toda la bibliografía



“

**NO PUEDES DEPENDER DE TUS OJOS CUANDO TU
IMAGINACIÓN ESTÁ FUERA DE FOCO.**

Charles Darwin

”

Todas las imágenes fueron tomadas de Reitman, I. (Director). 2001. Evolution. Columbia Pictures-DreamWorks Pictures-The Montecito Picture Company.

Excepto cuando se indica lo contrario:

Darwin, C. 1837. Cuaderno de notas “sobre la transmutación de las especies”. <http://www.english.uga.edu/nhilton/4890/darwin/Darwin-Tree.html>

García-Bellido, D. C., & Collins, D. H. (2006). A new study of *Marrella splendens* (Arthropoda, Marrellomorpha) from the Middle Cambrian Burgess Shale, British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 43(6), 721-742.

Gentile, F., Moretti, M., Limongi, T., Falqui, A., Bertoni, G., Scarpellini, A., ... & di Fabrizio, E. (2012). Direct imaging of DNA fibers: the visage of double helix. *Nano letters*, 12(12), 6453-6458.

Cuando un meteorito cae en La Tierra, formas de vida extraterrestre comienzan a desarrollarse de manera acelerada. Los científicos, Ira Kane y Harry Block, deberán investigar a las criaturas y detener la inminente invasión.

