





# Universidad Austral de Chile

---

*Conocimiento y Naturaleza*

Juan C. Opazo

# *Evolución*

*Un Presente Continuo*



Serie **PIPETAS**

Ediciones  UACH


Colección Biblioteca Hugo Campos

Esta primera edición en 300 ejemplares de

**EVOLUCIÓN**  
**Un Presente Continuo**  
de Juan C. Opazo

se terminó de imprimir en octubre de 2021  
en los talleres de Maval

 (2) 2566 5400  
www.mavalchile.com  
para Ediciones Universidad Austral de Chile

 (56-63) 2 444338  
www.edicionesuach.cl  
Valdivia, Chile

*Dirección editorial*  
Yanko González Cangas

*Cuidado de la edición*  
César Altermatt Venegas

*Diseño y maquetación*  
Silvia Valdés Fuentes y  
Felipe G. Serrano

*Ilustraciones*  
Felipe G. Serrano

Todos los derechos reservados.  
Se autoriza su reproducción parcial para fines periodísticos  
debiendo mencionarse la fuente editorial.

© Universidad Austral de Chile, 2021  
© Juan C. Opazo, 2021

ISBN: 978-956-390-173-3

El desarrollo de los contenidos e ilustraciones de este libro fue financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico a través de los proyectos FONDECYT 1160627, 1210471, la Iniciativa Científica Milenio a través del Núcleo Milenio de Enfermedades Asociadas a Canales Iónicos (MiNICAD), la Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo y Creación Artística y la Dirección de Vinculación con el Medio de la Universidad Austral de Chile.

  
OPAZOLAB  
Understanding the evolution  
of vertebrate genomes



A Paula, Montserrat, Camilo, Cow,  
Rosalind, Marie, Rita y Tailoncito.  
A mi papá y mamá

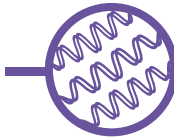




**Evolución**



**Evidencia que apoya  
la ocurrencia del  
proceso evolutivo**



**Seres humanos  
y evolución**



**¡Sigue  
aprendiendo!**



# CONTENIDO

○	Sobre este libro	13
○	¿Qué es evolución?	21
○	¿Qué es selección natural?	27
○	¿Cómo se originan las especies?	33
○	El árbol de la vida del ser humano	39
○	El registro fósil	46
○	Los órganos vestigiales	60
○	El ser humano induce cambio evolutivo	77
○	La evolución es fundamental para el avance de las ciencias	81
○	Mujeres en la ciencia del siglo XXI	89
○	Sugerencias para aprender más	91
○	Agradecimientos	93

«Finalmente, puede no ser una deducción lógica, pero para mí imaginación es muchísimo más satisfactorio considerar instintos tales como el del cuclillo joven que expulsa a sus hermanos adoptivos... no como instintos especialmente creados o fundados, sino como pequeñas consecuencias de una ley general que conduce al progreso de todos los seres orgánicos; o sea, que multiplica, transforma y deja vivir a los más fuertes y deja morir a los más débiles».

Charles Darwin, en *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*, 1859





# Evolución

# Sobre este libro

La idea de escribir este libro se viene gestando desde hace un tiempo y nace de la inquietud de escuchar a estudiantes y profesores(as) conversando respecto al concepto de evolución, ya sea en clases en la universidad o colegios, en tertulias científicas, conferencias, discusiones en redes sociales, etc. Así, con el correr del tiempo me di cuenta de que el concepto de evolución es bien conocido, pero no lo suficientemente entendido.

El día 4 de julio de 2013 (lo recuerdo muy bien) fui invitado a exponer la charla inaugural del programa Explora de la región de Los Ríos en el Aula Magna de la Universidad Austral de Chile. En esa ocasión me vi enfrentado a explicar —a estudiantes como tú— qué es la evolución y cuál es la evidencia que la avala. Ahí me di cuenta de que no es sencillo darse a entender y que, por lo mismo, hay mucho trabajo por hacer para que la ciencia salga de los laboratorios hacia el mundo.

Lo anterior me hizo pensar en que una manera de contribuir a la sociedad, la que cada día demanda más ciencia, sería mostrar de manera simple aspectos fundamentales de evolución y la evidencia que



la apoya. Eso se convirtió en el objetivo principal de este libro. Además, espero que pueda servir de apoyo para profesores y profesoras de ciencias, facilitando la comprensión de conceptos fundamentales de biología evolutiva. El conocimiento científico y el pensamiento crítico deben inculcarse desde la niñez y juventud, por esta razón nos dirigimos a ustedes con un vocabulario simple complementado por ilustraciones que permiten transmitir los conceptos de manera sencilla y comprensible.

En mi opinión es importante que las personas tengan nociones acerca de evolución, ya que esta disciplina va más allá de las ideas intuitivas que se tienen acerca de la misma. Comprenderla es fundamental, por ejemplo, para asimilar en forma positiva la relación del ser humano con la naturaleza, para los procesos de domesticación de animales esenciales y en el desarrollo de antibióticos y vacunas para evitar la transmisión de enfermedades —como la pandemia del SARS-CoV-2 o coronavirus que actualmente nos aqueja—, por mencionar algunos. Todos los seres vivos están relacionados a través de ancestros comunes; y la investigación médica, con sus notables progresos, se ha valido de ello usando organismos modelo, como los ratones, para realizar experimentos y trasladar sus resultados a la especie humana.

A lo largo de este libro nos encontraremos con un personaje clave en la historia científica: Charles Darwin. Fue un naturalista inglés que nació en 1809 en la ciudad de Shrewsbury. Estudió Ciencias Naturales en el Christ College, Universidad de Cambridge. En 1831 recibió el ofrecimiento para ser el



naturalista de la embarcación Beagle al mando de Robert Fitzroy, invitación que aceptó. Así el Beagle zarpó desde la ciudad de Plymouth a finales de 1831 y regresó en octubre de 1836. Durante este tiempo Charles Darwin tuvo la oportunidad de hacer numerosas observaciones del mundo natural, así como coleccionar una gran cantidad de ejemplares. Una vez de regreso en Inglaterra se dedicó a desarrollar su teoría de la evolución por selección natural, la que fue concebida de manera independiente por Alfred Russell Wallace. El 1 de julio de 1858 se leen los trabajos de Darwin y Wallace en el Congreso de la Sociedad Linneana de Londres y el 24 de noviembre de 1859 Darwin publica su obra magna *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, más conocida en nuestra lengua como *El origen de las especies*.

### ***Mi camino a la ciencia***

La ciencia es una actividad cuyo principal motor es la curiosidad, cualidad que todas y todos tenemos, por ende, cualquiera puede ser científico(a). Dedicarse a la ciencia es maravilloso, significa estar en el límite de lo conocido y desconocido, en aprendizaje y crecimiento constante. El resultado de la actividad científica significa que la humanidad conocerá un poco más en algún área del conocimiento que hasta ese momento era desconocido. ¡Ese descubrimiento lo podrías hacer tú!



El avance científico no solamente satisface la curiosidad de quienes se hacen preguntas acerca de todo, el nuevo conocimiento puede derivar en innovaciones tecnológicas que se harán presentes en nuestra vida cotidiana. Por esta razón, el impulso de la ciencia es fundamental e imprescindible para el desarrollo de los países y la humanidad.

Mi vocación por las ciencias viene desde la infancia. En ese tiempo disfrutaba las actividades al aire libre en donde prestaba especial atención a los «bichos» que me iba encontrando en el camino. Tuve distintos tipos de mascotas, como iguanas, loros, tortugas, patos, gallinas, ratones, perros y gatos. Durante años pertencí a los scouts en donde salíamos de campamento y teníamos mucho contacto con la naturaleza. En el colegio disfrutaba las clases de Biología, de las que recuerdo con mucho afecto a don Víctor Moraga Boada, mi profesor de dicha asignatura en la enseñanza media y quien también fue profesor de mi papá. Sus clases eran entretenidas y su pasión por la disciplina le salía por los poros. Una vez nos encargó un trabajo sobre las vitaminas, en tiempos en que no había internet. Me dediqué con mucho interés y entusiasmo a buscar información en libros y enciclopedias, entregando un trabajo extenso y completo. Don Víctor me puso la nota máxima y además dejó mi trabajo en la biblioteca del colegio para consulta, fue todo un honor. Quizás ese fue mi primer libro y del cual ya no existe registro. En ese entonces ya tenía claro que quería estudiar biología, así que los dos últimos años de enseñanza media tomé el electivo de ciencias que significaba clases extras de Biología y Química.



Una vez terminado el colegio estudié Licenciatura en Ciencias Biológicas en la Pontificia Universidad Católica de Chile, no sin la preocupación de mis padres que en ese entonces no entendían mi vocación científica, claro que después me comprendieron y apoyaron. Mi época universitaria está llena de buenos recuerdos; conocí grandes personas con las cuales mantengo contacto hasta el día de hoy a través de un grupo de Whatsapp que se llama «Volvox». Mi trabajo final de licenciatura trató sobre las consecuencias del estrés hídrico en la morfología de los riñones en el degú (*Octodon degus*), también conocido como ratón cola de pincel. Para este, tuve la suerte de contar con la tutoría de Francisco Bozinovic, quien fue recientemente galardonado con el Premio Nacional de Ciencias Naturales en 2020.

Cuando obtuve la Licenciatura seguía sin tener claro cuáles eran mis intereses académicos y, en esta búsqueda, ingresé al programa de magíster en Bioquímica en la misma Universidad, en el año 1997. No obstante, la experiencia no logró satisfacer mis expectativas y al año siguiente opté por matricularme en un programa de Doctorado, donde me aboqué a investigar cómo cambia el material genético (ADN) durante la historia evolutiva de los seres vivos. Resultó que nadie en el programa cultivaba esa disciplina, por lo que mi Doctorado fue muy autodidacta y parte importante transcurrió en el extranjero.

Después hice dos estadias posdoctorales en Estados Unidos, una en el estado de Michigan y otra en Nebraska; fue un tiempo maravilloso de perfeccionamiento académico y como experiencia de vida.



En esos casi cinco años conocí gente maravillosa con la que mantengo lazos de amistad y colaboración. Posteriormente me vine al sur y me integré a la Universidad Austral de Chile, lugar donde trabajo desde el año 2008.