



# EL ORIGEN DE LOS HUMANOS

Guía para el docente

MATERIAL ORIGINAL DE



**hhmi**  
BioInteractive

## LOS PIES HUMANOS SON RAROS

### ❖ INTRODUCCIÓN

La actividad "Los pies humanos son raros" complementa la película *Grandes Transiciones: El Origen de los humanos* (disponible en [www.loligo.cl/educacion](http://www.loligo.cl/educacion)). En la película, comenzando a los 9:40 minutos, el paleoantropólogo Dr. Tim White describe las huellas de Laetoli, un conjunto de huellas de homínido descubiertas en África Oriental en 1976. Se han hallado fósiles de la especie de homínido *Australopithecus afarensis* cerca de las huellas de Laetoli. Dado que el *A. afarensis* era la única especie de homínido que se sabía que vivía en la zona en ese entonces, se asume que las huellas de Laetoli las realizó el *A. afarensis*.

El Dr. Tim White dice en el cortometraje "...pies humanos, todos estamos acostumbrados a verlos, pero son realmente extraños". ¿Qué quiere decir con esta afirmación y cuál es la importancia de las huellas de Laetoli? Los estudiantes explorarán estas preguntas en esta actividad.

Primero los estudiantes analizarán huellas de ellos mismos o de sus compañeros. Las huellas se hacen cubriendo las plantas de los pies con pintura soluble en agua y caminando sobre una hoja de papel de 3 pies por 10 pies ("huellas en el aula"). Luego, se les pide que analicen la forma de sus pies y la posición de sus dedos, sus arcos y su pisada. A continuación, los estudiantes hacen observaciones y deducciones a partir de una ilustración de las huellas de Laetoli de hace 3.6 millones de años, las comparan con sus propias huellas y evalúan la evidencia que respalda la conclusión de que las huellas de Laetoli fueron realizadas por un ancestro humano completamente bípedo. La actividad concluye con un resumen que los estudiantes pueden terminar como tarea.

### ❖ CONCEPTOS CLAVE Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- El registro fósil revela la historia de la vida en la Tierra e incluye no solo huesos fosilizados de organismos muertos sino también rastros fósiles, como huellas.
- El bipedalismo, es decir, la capacidad de caminar erguidos en dos piernas, es una de las características que distinguen al hombre moderno de todos los demás primates modernos.
- La observación de organismos vivos puede ayudarnos a comprender características y conductas de especies ya extintas.

Los estudiantes podrán:

- conocer la diferencia entre observación e inferencia, y
- realizar inferencias basadas en observaciones y otros tipos de evidencia.

❖ **CONEXIONES CON EL PLAN DE ESTUDIOS**

Plan de estudios	Gran idea de la ciencia	Ejes temáticos	Habilidades científicas
1º medio	La evolución es la causa de la diversidad de los organismos vivos y extintos	Analizar e interpretar datos para proveer de evidencias que apoyen que la diversidad de organismos es el resultado de la evolución.	Habilidades de investigación científica (transversales); Comprensión y reflexión para generación de nuevos conocimientos;
3º medio		Explicar la evolución orgánica, apoyándose en evidencias y en conceptos genéticos y ambientales. Analizar relaciones de parentesco entre los seres vivos relacionándolas con el concepto de ancestro común.	Comprensión de las etapas del proceso de investigación: pregunta a partir de la observación, formulación de conclusión, evaluación y reflexión de procedimientos y resultados, buscar evidencia, replicar experimentos, evaluar confiabilidad y validez, contrastar hipótesis con evidencias, etc. Comunicación de resultados Alfabetización científica

❖ **TERMINOLOGÍA CLAVE**

Fósiles, bipedalismo, grandes simios, homínido

❖ **TIEMPO REQUERIDO**

Esta lección está diseñada para completarse en dos clases de 50 minutos, aunque puede tomar más tiempo dependiendo de la cantidad de discusión. Las partes 1 y 2 de la actividad pueden completarse en una clase de 50 minutos. La parte 3, el resumen, puede completarse en la siguiente clase o asignarse como tarea. La película de 20 minutos *Grandes Transiciones: El Origen de los Humanos* puede verse otro día en clase o asignarse como tarea.

## ❖ FOCALIZACIÓN

### CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los estudiantes deben estar familiarizados con el concepto del árbol de la vida y saber que el hombre moderno pertenece al grupo de los primates, siendo el chimpancé moderno su pariente vivo más cercano. También deben tener una comprensión básica de la evolución, incluyendo que las especies descienden, con modificaciones, de otras especies, y que el registro fósil es una forma de conocer hechos pasados.

## ❖ EXPLORACIÓN

### MATERIALES

Los materiales son para una clase de 24 estudiantes.

#### Parte 1

- Un set de instrucciones (Material para el Estudiante) por alumno, sin incluir la actividad de resumen (Parte 3), que se entrega por separado
- Una tira de papel blanco de 1 metro x 3 metros para las huellas
- Cuatro o cinco bolsas de plástico para colocar bajo el papel de las huellas (opcional, si el piso está alfombrado)
- Un rollo de cinta adhesiva ancha
- Pintura para dedos lavable o témpera lavable de color oscuro
- Cuatro bandejas para horno desechables de aluminio, lo suficientemente grandes como para que quepa un pie grande
- Pincel de esponja (opcional)
- Dos recipientes con agua para lavar los pies
- Toallas de papel para secar los pies
- Cuatro sillas (dos a cada extremo del papel)
- Regla milimetrada o metro de madera
- Imágenes de los pies de otros animales, entre ellos, de primates y grandes simios (opcional)

#### Parte 2

- 12 copias laminadas de la versión de 10 pulgadas de las huellas de Laetoli, que se puede descargar de <http://www.indiana.edu/~ensiweb/lessons/foot-topo-10inch.pdf> (Flammer et al., 1998; Randak, 1998)  
Nota: En lugar de entregar copias impresas de las huellas de Laetoli, puede proyectarlas para que los estudiantes las observen.
- Versión en alta resolución de las huellas completas  
<http://www.indiana.edu/~ensiweb/lessons/foot-topo-300.pdf> (Flammer et al., 1998; Randak, 1998) ampliadas a 3 pies x 12 pies, impresas y laminadas (opcional)

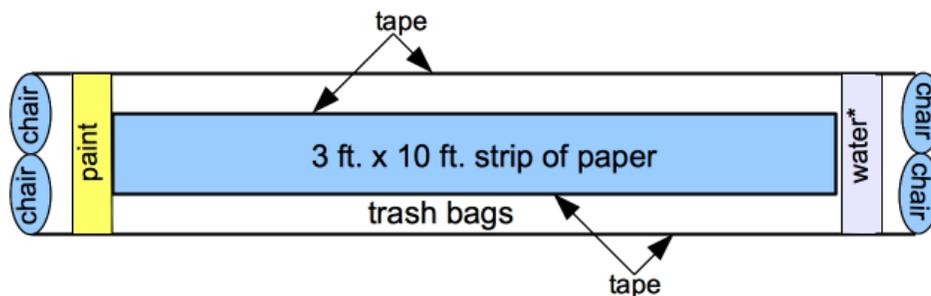
### Parte 3

- Una copia de la actividad de resumen (Parte 3) de la hoja de trabajo “Material para el estudiante” por cada alumno.

### ❖ PROCEDIMIENTO

#### PARTE 1: HUELLAS EN EL AULA

1. La preparación se puede hacer antes de la clase o durante la misma, con la ayuda de los estudiantes:
  - Si el suelo no está alfombrado, adhiera una tira de papel de 3 pies x 10 pies al suelo. Utilice cinta adhesiva ancha para asegurar firmemente la tira de papel. Se podrá limpiar fácilmente cualquier salpicadura de pintura. Si el suelo está alfombrado, cúbralo con suficientes bolsas de plástico para formar una capa protectora bajo la tira de papel. Las bolsas de plástico se deben extender bajo el papel como se muestra en la Figura 1.
  - Coloque dos sillas a cada extremo del papel.
  - Coloque las bandejas de aluminio y los recipientes de pintura de manera que los estudiantes puedan accederlos fácilmente al estar sentados.



\*Note: Have the water and paper towels ready but do not slide the water basins into position until after the volunteers are seated.

Figura 1. Preparación para la actividad de realización de huellas.

2. Introduzca la actividad:

- Distribuya las partes 1 y 2 del “Material para el estudiante”. Introduzca la actividad diciéndoles a los estudiantes que en la película Grandes Transiciones: El Origen de los humanos (disponible en [www.loligo.cl/educacion](http://www.loligo.cl/educacion)), el paleoantropólogo Tim White afirma

que los pies humanos son "extraños" (**parte 1, etapa 1**). Si puede, proyecte algunas imágenes de los pies de otros animales, incluidas algunas de primates o grandes simios. A medida que compara los distintos pies, pregunte a los estudiantes qué creen que quiso decir el Dr. White.

- Escriba algunas de sus ideas en la pizarra. Luego, diga a los estudiantes que ellos van a hacer su propio rastro de huellas para analizar.

### 3. Haciendo las huellas:

- Solicite dos voluntarios. Deben estar dispuestos a quitarse los zapatos y los calcetines, y a dejarse pintar las plantas de los pies. (Opción: Divida la clase en grupos de 3 o 4 estudiantes y haga que cada grupo realice su propio conjunto de huellas. Luego, compare todas las huellas que realizó la clase.)
- La pintura se puede aplicar de dos maneras. Es aconsejable que usted pruebe ambas antes de realizar la actividad con la clase. Primero, vierta un poco de pintura en las bandejas de aluminio.

Método 1: Pida a los voluntarios que sumerjan los pies en las bandejas. Se debe sumergir la planta del pie completa en la pintura, incluidos los arcos y los dedos.

Método 2: Con ayuda de un pincel de esponja, pida a un ayudante que cubra las plantas de los pies de cada voluntario con pintura.

- Pida a dos estudiantes que ayuden a los voluntarios a caminar sobre el papel de extremo a extremo. **¡ADVERTENCIA!** ¡Advierta a los estudiantes que la pintura es resbaladiza!
- Con ayuda de los guías, primero uno, y luego el otro voluntario, deben pisar la tira de papel y caminar hasta el extremo opuesto. Diga al segundo voluntario que tenga cuidado de no pisar las huellas que dejó su compañero. Las huellas se verán menos intensas a medida que se acercan al final de la tira de papel.
- Definan un criterio para la medición de las huellas.

### 4. Fomente la discusión de observaciones e inferencias:

- Deje que los estudiantes observen las huellas y escriban sus observaciones en el material de estudio (**parte 1, etapa 3**).
- Pida a un voluntario que use una regla milimetrada para determinar la cercanía entre los pies (distancia horizontal) y la longitud de cada paso (distancia longitudinal).
- Pregunte a los estudiantes si pueden deducir en qué parte del pie reposa el mayor peso (el talón, la zona de los dedos, el dedo gordo o los dedos pequeños, la parte externa o en el centro) y en qué observaciones basan estas inferencias. Por lo general, la pintura se ve más intensa en la zona del pie donde reposa el mayor peso.
- Registre algunas de las observaciones realizadas en la pizarra (**parte 1, etapa 3**). Los estudiantes también deben registrar las similitudes y las diferencias entre ambos conjuntos de huellas (**parte 1, etapa 4**).
- Recalque la diferencia entre una observación, que implica utilizar uno o más sentidos para recopilar datos, y la inferencia, lo cual es una conjetura realizada a partir de una observación.

- Pida a los estudiantes que piensen qué inferencias podrían hacer sobre la altura o la edad de los individuos que dejaron esas huellas o la rapidez con la que caminaban, en caso de no haber visto cómo se hicieron las huellas. Por ejemplo, puede preguntar: *¿Pueden inferir la altura absoluta o relativa de estos individuos?*

**Por lo general, pasos más largos significan piernas más largas, y mayor altura del individuo.**

- *¿Pueden inferir si estaban corriendo o caminando?*

**Por lo general, al correr se dan pasos más largos y el peso reposa en el tercio anterior del pie.**

- *¿Pueden inferir la edad de los individuos?*

**Las diferencias de tamaño pueden dar pistas sobre la edad aproximada del individuo (si era un niño o un adulto), aunque un adulto pequeño puede dejar huellas del mismo tamaño que un niño grande.**

Los estudiantes deben registrar las respuestas de consenso a estas preguntas en el espacio correspondiente en sus hojas de trabajo (**parte 1, etapa 5**). Pida a los estudiantes que mencionen cosas que no podrían deducir sin ver cómo se han realizado las huellas (**parte 1, etapa 6**).

- Pregunte a sus estudiantes en qué podrían diferenciarse las huellas de un chimpancé de las que han hecho sus compañeros. Mencione que cuando los chimpancés caminan en dos patas, colocan los pies separados y ponen la mayor parte de su peso en la parte externa de los pies. Además, sus pies no tienen arcos como los nuestros, y sus dedos gordos se extienden hacia el costado. ¿Qué tipo de huellas dejarían los pies de chimpancés?

## PARTE 2: HUELLAS DE LAETOLI

### 5. Introduzca las huellas de Laetoli:

- Entregue o proyecte una copia de la ilustración de 10 pulgadas de las huellas de Laetoli a cada grupo de dos estudiantes. Explique que se trata de una pequeña sección del conjunto de huellas. La ilustración dice que es un "diagrama fotogramétrico", es decir, un mapa elaborado a partir de una fotografía. Según se explica en el "Material para el estudiante", el número de líneas de contorno dentro de la huella indica su profundidad.
- Ayude a los estudiantes a comprender que la profundidad de un área en particular de la huella indica la cantidad de peso que se colocó en ella. Remítalos a las inferencias que hicieron sobre las huellas realizadas en el aula: donde la pintura fue más intensa se indicaba la colocación de la mayor parte del peso. En este caso, la mayor parte del peso se colocó donde se ven muchas líneas de contorno.
- Oriente a los estudiantes en cómo analizar las huellas. Hay dos conjuntos de huellas en el rastro: uno está marcado como G.1 y el otro como G.2/3.

### 6. Realice observaciones e inferencias:

- Pida a los estudiantes que examinen las huellas y analicen lo que ven con un compañero, como se indica en la **parte 2, pasos 8 a 10** del “Material para el estudiante”. Luego de unos minutos, haga que los grupos compartan sus observaciones.
- Durante el análisis, refuerce la diferencia entre observación e inferencia preguntándoles a los estudiantes: *¿Esto es una observación o una inferencia?*
- Puede que les resulte difícil identificar exactamente cuántos individuos dejaron las huellas. Algunos antropólogos piensan que hay dos impresiones de talones distintos en cada "pie". Pregunte a los estudiantes si observan lo mismo. Los científicos dedujeron que dos individuos realizaron este conjunto de huellas, con un individuo de menor tamaño pisando en las huellas de un individuo de mayor tamaño. Pregunte: *¿Cómo sabemos que el individuo de menor tamaño pisó las huellas del individuo de mayor tamaño y no al revés?*

**Si el individuo de menor tamaño hubiera pisado primero, sus huellas hubieran sido borradas por las del individuo de mayor tamaño.**

- Examinen el otro conjunto de huellas denominado G.1-35, G.1-34, y G.1-33. Pregunte: *¿Se alinean estas huellas con el conjunto de huellas de mayor tamaño (denominadas G2/3)? ¿Qué pueden inferir a partir de esta observación?*

**Dado que los dos conjuntos de huellas están alineadas es lo más probable que se realizaron al mismo tiempo, y que el individuo que dejó las huellas más pequeñas estaba caminando muy cerca de uno de los dos que dejaron las huellas más grandes.**

- Considere hacer una demostración: Puede pedir a dos voluntarios que demuestren a qué distancia deberían estar uno del otro para dejar huellas de este tipo.
- Pida a sus estudiantes que especulen: *¿Cómo podrían haber estado relacionados estos tres individuos?*

**Puede que hayan sido una familia: padre, madre e hijo.**

## ❖ REFLEXIÓN

### PARTE 3: COMPARACIÓN ENTRE LAS HUELLAS DEL CHIMPANCÉ Y DEL HUMANO

7. Complete las preguntas en el material para el estudiante:

- Distribuya la parte 3 del material para el estudiante, es decir, la actividad de resumen. Pida a los estudiantes que consulten las características de las huellas que se enumeran en el Cuadro 1 y que respondan las preguntas. Luego de darles tiempo para que trabajen individualmente, solicite voluntarios para que describan sus respuestas de la **parte 3, paso 11**, es decir, evidencia de que las huellas de Laetoli fueron realizadas por un primate bípedo (humano) y no cuadrúpedo (chimpancé).

- Al discutir la **parte 3, paso 12**, recuerde a los estudiantes que la roca en la que se hallaron las huellas de Laetoli tienen 3.6 millones de años de antigüedad. Esto significa que nuestros ancestros humanos eran completamente bípedos hace 3.6 millones de años. No obstante, no es posible determinar cuándo surgió el bipedalismo en base a las huellas de Laetoli únicamente. Analizando otras evidencias fósiles, los científicos han buscado pruebas del bipedalismo antes y después del momento en que se realizaron las huellas de Laetoli, a fin de determinar el origen de esta adaptación anatómica. Para reconstruir nuestro pasado evolutivo, los científicos han analizado una gran cantidad de evidencia, incluidos los fósiles y el ADN de muchos homínidos.

8. Mayor discusión de la actividad:

- Pida a los estudiantes que comparen las huellas realizadas por sus compañeros con las de Laetoli. ¿Qué similitudes observan? ¿Qué diferencias?
- Las huellas cambian de acuerdo a lo duro o blando que sea el suelo. Al discutir las preguntas sobre las huellas de Laetoli, haga que los estudiantes piensen en lo extraordinarias que son, ya que el suelo tenía que ser lo suficientemente blando como para capturar las huellas, pero no tanto como para que se perdiera todo el detalle. Para ayudarles a comprender, puede pedirles que piensen en cómo sus propias huellas se ven afectadas por la blandura del suelo. Pida que se imaginen caminando por un terreno seco o por un terreno lodoso. ¿Ambos entornos dejarían huellas de buena calidad? ¿Qué tipo de entorno dejaría buenas huellas y qué debe pasar para que esas huellas se conserven?

❖ **APLICACIÓN**

12. ¿Está de acuerdo o no con la siguiente afirmación?:

"Con solo mirar las huellas de Laetoli es posible determinar cuándo surgió el bipedalismo."

Explique su respuesta.

❖ **EVALUACIÓN**

13. ¿Qué características de las huellas plantares permiten descubrir el bipedismo humano?

14. ¿Qué importancia pudo adquirir el bipedismo en la evolución Humana? Explique.



## **AUTORES**

(Versión original en Inglés) Mary Colvard, Cobleskill-Richmondville High School (retirada); Sandra Blumenrath, PhD, HHMI

Corregido por Laura Bonetta, PhD, HHMI; Stephanie Keep, asesora

Revisado por Briana Pobiner, PhD, Smithsonian Institution; Paul Beardsley, PhD, Cal Poly Pomona

### **Adaptación Chile:**

Karin González Allende, Profesora de Biología y Cs. Naturales. Académica DEP, Facultad de Filosofía y Humanidades, U Chile.

Colaboración y edición Ma. Fernanda Álvarez, Profesora de Biología y Cs. Naturales, Asesora Pedagógica BNI