



### DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta actividad permite a los estudiantes formular y analizar preguntas científicas. La actividad comienza con la observación de diferentes organismos o fenómenos y el desarrollo de preguntas por parte de los estudiantes basadas en sus observaciones. Después clasifican sus preguntas en las que se pueden y las que no se pueden responder empleando los métodos de la ciencia. Los estudiantes practican la redacción de preguntas científicas, el diseño de experimentos para abordar preguntas científicas, el desarrollo de preguntas que incluyan causa y efecto y la comprensión de la importancia de las preguntas sobre causas y efectos en la investigación científica.

Los objetivos de esta actividad son que los estudiantes comprendan mejor la estructura de las preguntas científicas y practiquen la elaboración de sus propias preguntas. Los estudiantes también analizan los títulos de algunos reportes científicos publicados para discernir cómo los científicos practicantes comunican las causas y efectos. Se proporcionan varias posibles actividades de extensión que pueden hacer uso de los recursos tipo [Puntos de datos de BioInteractive](#) y [Science in the Classroom \(Ciencia en el aula, disponible en inglés\)](#) para continuar con la investigación de los fenómenos.

El recurso incluye diapositivas de PowerPoint para guiar las Partes 2 y 3 de la actividad. Puedes encontrar información adicional relacionada con pedagogía e implementación en [la página web de este recurso](#), que incluyen la audiencia sugerida, el tiempo estimado y las conexiones curriculares.

### CONCEPTOS CLAVE

Plantear, perfeccionar y evaluar preguntas científicas que puedan ponerse a prueba acerca de los fenómenos naturales e investigar las respuestas a través de la experimentación, la investigación y la recopilación de información son aspectos clave de los procesos de la ciencia.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DEL ESTUDIANTE

- Comparar y contrastar las preguntas que se puedan analizar utilizando los métodos de la ciencia contra las preguntas que están fuera de la ciencia.
- Desarrollar preguntas científicas novedosas, que puedan ponerse a prueba y que estén inspiradas en las observaciones e intereses de los estudiantes.
- Explicar la importancia de la investigación sobre causa y efecto en los procesos de la ciencia.
- Analizar algunos títulos de artículos científicos para identificar los objetivos de la investigación y, si corresponde, las causas y los efectos en el estudio.
- Identificar, evaluar y predecir las preguntas científicas que motivaron la investigación con base en datos o cifras de la literatura científica.

### CONOCIMIENTO PREVIO

Esta actividad fundamental está destinada a utilizarse al comienzo de un curso para ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades relacionadas con las preguntas científicas. No se requiere ningún conocimiento previo, pero las habilidades que los estudiantes practican en la actividad deberían reforzarse a lo largo de cualquier curso.

### MATERIALES

- “Hoja de trabajo para el estudiante” (se recomienda que cada estudiante tenga una copia)
- “Características de las preguntas” diagrama de Venn (se puede proyectar o hacer copias)

- Hoja de trabajo llamada “Títulos de artículos de revistas científicas” (se recomienda que cada estudiante o equipo de estudiantes tenga una copia; decide cuál conjunto de títulos te gustaría utilizar y haz copias del mismo)
- (opcional) Hoja de trabajo llamada “Ejemplo de figura científica” (se puede proyectar o hacer copias)

## INFORMACIÓN GENERAL

Formular preguntas científicas, especialmente preguntas relacionadas con causas y efectos, es un aspecto valioso y emocionante de “hacer” ciencia realmente. Los estudiantes de todos los niveles deberían participar en la formulación de preguntas científicas como una forma de darle seguimiento a su curiosidad o necesidad de resolver un problema. Estas prácticas científicas se describen explícitamente en los estándares de enseñanza de la ciencia desde la educación primaria hasta secundaria y en el currículo universitario, y a menudo son un enfoque importante para los estudiantes de posgrado en ciencias. Los estudiantes deben ser capaces de hacer preguntas a partir de sus observaciones o del análisis de modelos y afirmaciones científicas. También deberían poder cuestionar las afirmaciones presentadas en un argumento y determinar las relaciones entre variables dependientes e independientes o entre causas y efectos.

Los científicos formulan muchos tipos de preguntas con propósitos muy distintos. Seis tipos comunes de estudios son: investigación guiada por hipótesis, medición de valores específicos, medición de funciones o relaciones, construcción de modelos, realización de observaciones e identificación de patrones y mejoramiento de un producto o proceso, que incluye el desarrollo de nuevas herramientas científicas. Los tipos de estudios se alinean bien con los conceptos transversales de los Estándares de Ciencias para la Próxima Generación (NGSS, por sus siglas en inglés) especialmente los de patrones, causa y efecto y los de sistemas y modelos de sistema. Aunque en la ciencia se utilizan muchos tipos de estudios, los científicos ponen un alto grado de énfasis en la formulación de preguntas científicas para determinar causas y efectos porque la búsqueda de causas ha resultado en algunas de las ideas más importantes que la ciencia ha ofrecido. La mayoría de los argumentos científicos están estrechamente ligados a investigaciones científicas de causa y efecto. Además, confundir las relaciones de causa y efecto con fenómenos que simplemente están correlacionados ha dado como resultado muchas afirmaciones improductivas, lo que ha provocado pérdidas de tiempo y energía.

Los NGSS sugieren que “En los grados 9–12, los estudiantes comprenden que se requiere evidencia empírica para diferenciar entre causa y correlación y para hacer afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Sugieren relaciones de causa y efecto para explicar y predecir comportamientos en sistemas complejos tanto naturales como diseñados. También proponen relaciones causales examinando lo que se sabe acerca de los mecanismos a menor escala dentro del sistema. Reconocen que los cambios en los sistemas pueden tener varias causas que pueden no tener efectos de igual magnitud” ([National Research Council 2013, Appendix G](#)).

## CONSEJOS DIDÁCTICOS

- La “Hoja de trabajo para el estudiante” de esta actividad tiene tres partes. La Parte 1 se puede hacer en unos 30 minutos si los estudiantes completan el Paso 6 como tarea o en 45 minutos si se realiza la Parte 1 completa en clase. Las Partes 2 y 3 se pueden completar en unos 30 minutos.
- Se puede descargar una serie de diapositivas de PowerPoint como acompañamiento de [la página web de este recurso](#). Puedes utilizar estas diapositivas como ayuda para guiar las Partes 2 y 3 de esta actividad.

## PROCEDIMIENTO

Las partes numeradas y los pasos que se muestran a continuación corresponden a los que se muestran en la “Hoja de trabajo para el estudiante”.

**PARTE 1: Preguntas científicas**

- Proporciona el fenómeno o fenómenos que deseas que los alumnos observen. La “Hoja de trabajo del estudiante” utiliza a los organismos como ejemplo y recomienda que los estudiantes observen a los organismos durante al menos 5 a 10 minutos y registren al menos 10 observaciones. Tú también puedes pedir a los alumnos que realicen bocetos detallados de lo que observan con la finalidad de ayudarlos a hacer observaciones más cuidadosas.
  - Esta actividad funciona bien con organismos vivos, especialmente organismos que los estudiantes podrían utilizar en experimentos de seguimiento, como grillos, saltamontes, termitas, cochinillas, moscas de la fruta o incluso organismos microscópicos como la *Daphnia* o varios protozoarios (como el *Paramecium*).
    - Si se utilizan organismos vivos en clase, la actividad funciona mejor si se pueden guardar en contenedores. Resulta ideal proporcionar suficientes contenedores separados para que cada equipo de tres o cuatro integrantes tenga el suyo.
    - En cada recipiente, trata de crear un entorno que imite el ambiente natural de los organismos (terrarios para insectos, acuarios para peces, etc.). Asegúrate de que los organismos tengan muchos elementos en los recipientes con los que puedan interactuar, como plantas, refugios y entre sí.
  - Alternativamente, puedes conseguir agua de estanque para que los estudiantes la observen o, si es apropiado para el entorno y las políticas escolares, permitir que los alumnos salgan y realicen sus observaciones.
  - Si no tienes acceso a los organismos, considera usar la actividad de BioInteractive [Scientific Inquiry and Data Analysis Using WildCam Gorongosa \(disponible en inglés\)](#), en la que los estudiantes hacen observaciones a partir de datos de las cámaras trampa, desarrollan e investigan una pregunta de investigación que pueda ponerse a prueba científicamente utilizando los datos de la cámara trampa que descargan del recurso *WildCam Lab* y analizan los resultados. Después de completar esa actividad, considera la posibilidad de que los alumnos continúen con la Parte 2 de esta actividad.
- Pide a los alumnos que escriban tantas preguntas como puedan sobre los fenómenos (por ejemplo, los organismos) en cinco minutos. Si tus alumnos no tienen experiencia en la formulación de preguntas, podría ser útil proporcionarles inicios de oraciones como “Me pregunto si...”, “¿Podría ser...?”, “¿Qué pasaría si...?” o “¿ \_\_\_ causa \_\_\_?”. Anima a los alumnos para que expresen su creatividad.
- Pide a los alumnos que, de las preguntas que escribieron, marquen las que crean que podrían abordarse utilizando los métodos de la ciencia. Luego deben anotar los criterios que utilizaron para decidir si una pregunta era científica.
  - Considera la posibilidad de que los alumnos intercambien sus ideas por equipos y que traten de llegar a un consenso sobre lo que hace que una pregunta sea científica.
  - Dirige una discusión en clase con el objetivo de desarrollar una lista de criterios que deban cumplirse para formular una pregunta científica. Si deseas, comienza a organizar las ideas de los alumnos en grupos basados en los criterios del lado de las “Preguntas científicas” en la diapositiva de PowerPoint con el diagrama de Venn de las “Características de las preguntas”. Por ejemplo, ideas similares a “las preguntas deben poder ponerse a prueba” podrían formar un grupo; “las respuestas se basan en evidencias de fenómenos naturales”, un segundo grupo; y “repetibilidad”, un tercer grupo.
- Después de hacer una lista con las ideas de los estudiantes, proyecta o reparte una copia del diagrama de Venn de las “Características de las preguntas”, que compara y contrasta las preguntas científicas contra las preguntas fuera del ámbito de la ciencia.
  - Pregunta a los alumnos si les gustaría agregar alguna idea al diagrama. Después, pídeles que comparen sus respuestas con los criterios de la hoja de trabajo. Podrías enfatizar que la ciencia se limita a

explicaciones basadas en observaciones del mundo natural. Esto no significa que algunos científicos no creen en lo sobrenatural ni sean religiosos; simplemente significa que las explicaciones basadas en lo sobrenatural no son aceptables dentro de las “reglas” o limitaciones de la ciencia.

- Para reforzar conceptos importantes de la naturaleza de la ciencia, una posibilidad es destacar que las respuestas a las preguntas científicas pueden ser rechazadas más tarde con nuevas evidencias y que las respuestas se comparten en la comunidad científica.
  - Es importante destacar que las preguntas que no son científicas pueden seguir siendo muy significativas y valiosas. Sin embargo, el principal enfoque en la clase de ciencias es sobre las preguntas que sí se pueden abordar utilizando los métodos de la ciencia.
5. Si es necesario, haz que los estudiantes revisen sus preguntas para hacerlas científicas y comparativas. Podrías exponer brevemente el valor de las preguntas comparativas en la ciencia, como se discutió antes del Paso 5 en la “Hoja de trabajo para el estudiante”.
  6. Pide a los alumnos que escriban una breve descripción o bosquejo de un diseño experimental que emplearían para responder a la pregunta de investigación que escribieron en el Paso 5. La descripción debe incluir las variables independientes y dependientes (aunque estos términos específicos no se puedan utilizar ya que aún no se han presentado en la actividad), así como las variables que intentarán controlar.
    - Para ahorrar tiempo en el aula, considera pedir a los alumnos que hagan este paso como tarea.

## PARTE 2: Causa y efecto

Antes del Paso 7:

- Decide si vas a utilizar las diapositivas de PowerPoint incluidas (se pueden descargar desde [la página web de este recurso](#)) para ayudar a guiar las Partes 2 y 3 de la actividad.
  - Dirige a los alumnos en una discusión en clase sobre la definición de ciencia. Después de que los estudiantes compartan sus ideas, reflexionen sobre el diagrama de Venn “Características de las preguntas” de la Parte 1 y enfatiza que el objetivo de la ciencia es explicar los fenómenos naturales.
  - Comparte una definición de ciencia, “Investigación experimental, basada en hipótesis de fenómenos para dilucidar (1) patrones en la naturaleza y (2) los procesos que rigen la formación, el mantenimiento y el cambio de esos patrones.” A continuación, redirige la discusión hacia la causa y el efecto pidiendo a los alumnos que lean el párrafo introductorio previo al Paso 7 en la “Hoja de trabajo para el estudiante”.
7. Después de que los alumnos lean el párrafo previo al Paso 7, acerca del valor de los experimentos que dilucidan las causas y los efectos, pídeles que generen tantos sinónimos como puedan para cada término.
    - Dirige una breve discusión en clase en la que se mencionen las ideas generadas por los alumnos para los sinónimos de causa y efecto. Después de hacer una lista con las ideas de los alumnos, podrías agregar otros sinónimos, como se resume en la siguiente tabla. Resalta los términos “variable dependiente” y “variable independiente” y cómo se utilizan estos términos al diseñar un experimento. La columna central (“Verbos”) se agregará en el Paso 8.

**Tabla 1.** Términos relacionados con causa, efecto y los verbos que vinculan la causa y el efecto.

Sinónimos de causa	Verbos	Sinónimos de efecto
variable independiente	determina	variable dependiente
$x$	genera	$y$
variable motivacional	causa	variable de respuesta
generador	regula	$f(x)$
proceso	controla	patrón
agente	incrementa	

fuerza	disminuye	
factor	suprime	
actor		
fuelle		
base		

8. Pide a los alumnos que agreguen a la tabla que iniciaron en el paso anterior verbos que vinculen la causa y el efecto. En una discusión en clase, enfatiza cómo los verbos demuestran direcciones o tipos de cambio.
9. Asigna algún organismo local a equipos de estudiantes y ponles el desafío de crear una pregunta de investigación con causa, efecto y verbo. Los organismos utilizados en las diapositivas de PowerPoint son tiburón, mero, algas marinas, coral cerebro, cangrejo y plancton; pero si lo deseas, reemplaza estos organismos por otros que sean más relevantes para tus estudiantes.
10. Pide a los alumnos que describan lo que sucedería con su experimento si cambiaran el orden de la causa, el efecto o el verbo en su pregunta experimental. Haz hincapié en cómo el reordenamiento podría cambiar completamente la forma en que se diseñó el experimento o la interpretación que resultaría.
  - Por ejemplo, si la pregunta original es “¿Cómo afecta la temperatura de la solución a la velocidad de una reacción química?”, una pregunta reordenada podría decir “¿Cómo afecta la velocidad de una reacción química a la temperatura de la solución?”. La pregunta reordenada resultaría en un experimento muy diferente.

### PARTE 3: Practica el análisis de preguntas

11. Elige un conjunto de títulos para que los alumnos los examinen en la hoja “Títulos de artículos de revistas científicas”. Fotocopia la hoja o haz los preparativos para proyectar los títulos y que los alumnos los copien.
  - Los títulos de la hoja se organizan de acuerdo con diferentes subdisciplinas de la biología. La segunda mitad del documento también incluye títulos simplificados.
  - Si eliges el título “Medición de proteína con el reactivo fenol Folin”, podrías mencionar a los estudiantes que este es, por mucho, el artículo más citado en toda la literatura científica, habiendo sido citado más de 300,000 veces.
  - Como se explica en la “Hoja de trabajo para el estudiante”, los estudiantes tendrán que identificar el tipo de investigación descrita por el título. Si el título describe una relación de causa y efecto, ellos resaltarán los agentes causales potenciales en **amarillo** (o subrayarán una vez) y resaltarán los efectos en **verde** (o subrayarán dos veces).
12. Dirige a los alumnos hacia una figura científica u otra fuente de datos y pídeles que identifiquen la pregunta comparativa y susceptible de ponerse a prueba que motivó la investigación. A continuación, se describen opciones potenciales.
  - La hoja “Ejemplo de figura científica” proporciona un ejemplo de varias figuras de un artículo científico publicado, acompañadas por una leyenda. Puedes proyectar la hoja o dar una copia a cada equipo de estudiantes. Una pregunta que es consistente con estas cifras es “¿Los peces espinosos bentónicos de agua dulce permanecen en cardumen durante un tiempo distinto en comparación con los peces espinosos marinos?” (las figuras de esta hoja provienen del Punto de datos de BioInteractive “[Schooling Behavior of Stickleback Fish from Different Habitats](#)” ([disponible en inglés](#)); visita el enlace para obtener más información sobre la investigación y un video breve que muestra el experimento en acción).
  - Los otros [Puntos de datos](#) de BioInteractive proporcionan una variedad de figuras, cada una con una leyenda e información de contexto. Una sugerencia es mostrar a los alumnos solamente la figura y la leyenda y no incluir la información de contexto, que podría evidenciar la pregunta de los científicos.
  - Alternativamente, puedes hacer que los alumnos vean los datos o lean la metodología o la sección de los resultados de algún artículo de [Science in the Classroom \(Ciencia en el aula\)](#).

13. Pide a los alumnos que reflexionen sobre el papel de la creatividad en la ciencia, especialmente al formular preguntas. Muchos estudiantes ven las clases de ciencias como una fuente de información, en lugar de ver un proceso en el que ellos pueden realizar y responder preguntas sobre la naturaleza de forma creativa.
14. Pide a los alumnos que identifiquen preguntas en la ciencia que les resulten interesantes o inspiradoras. Si lo deseas, puedes recopilar las preguntas que los alumnos escriban ahora y, posteriormente, repetir este paso al final del curso para ver si sus intereses han cambiado.

### RESPUESTAS PARA LA HOJA DE TRABAJO PARA EL ESTUDIANTE

A continuación, se muestran las respuestas del Paso 11 de la “Hoja de trabajo para el estudiante”, tanto para los títulos completos como para los simplificados. Las “causas” se **resaltan en amarillo y se subrayan una vez**; los “efectos” se **resaltan en verde y se subrayan dos veces**.

Ecología	Tipo de investigación
<p>1. <i>Título simplificado:</i> Impacto del <b>alimento</b> y la <b>depredación</b> en el <b>incremento y la disminución del tamaño de población de las liebres americanas</b></p> <p><i>Título completo:</i> Impacto del <b>alimento</b> y la <b>depredación</b> en el <b>ciclo de la liebre americana</b></p>	a
<p>2. <i>Título simplificado:</i> Dos especies que compiten por un recurso limitado no pueden coexistir</p> <p><i>Título completo:</i> El principio de exclusión competitiva</p>	c
<p>3. <i>Título simplificado:</i> Cómo la <b>competencia de otras especies</b> y <b>otros factores</b> afectan <b>el sitio en el que vive una especie de cirrípodo</b></p> <p><i>Título completo:</i> La influencia de la <b>competencia interespecífica y otros factores</b> en la <b>distribución del cirrípodo <i>Chthamalus stellatus</i></b></p>	a
<p>4. <i>Título simplificado :</i> La <b>interacción de la sequía y el hábitat</b> explica los <b>patrones de dónde y cuándo crecen las plantas de cactus saguaro</b></p> <p><i>Título completo:</i> La <b>interacción de la sequía y el hábitat</b> explica los <b>patrones espacio-tiempo de establecimiento del saguaro (<i>Carnegiea gigantea</i>)</b></p>	a
<p>5. <i>Título simplificado:</i> Desarrollo de un nuevo método para evaluar la magnitud de la perturbación en ecosistemas de marisma salina</p> <p><i>Título completo:</i> Desarrollo de un índice multimétrico para la evaluación integrada de la condición del ecosistema de marisma salina</p>	d
<p>6. <i>Título simplificado:</i> La <b>composición de la comunidad microbiana</b> en las hojas de las plantas jarra carnívoras se ve más afectada por los <b>tipos de depredadores</b> que por el número de especies de depredadores</p> <p><i>Título completo:</i> La <b>identidad del depredador</b>, más que la riqueza de depredadores, estructura los <b>conjuntos microbianos acuáticos en las hojas de <i>Sarracenia purpurea</i></b></p>	a
<b>Biología molecular y celular</b>	
<p>1. <i>Título simplificado:</i> <b>Los cambios en las moléculas unidas químicamente a un gen</b> pueden causar un <b>cambio en la forma de una flor</b></p> <p><i>Título completo:</i> Una <b>mutación epigenética</b> responsable de la <b>variación natural en la simetría floral</b></p>	a

<p>2. <i>Título simplificado:</i> Un modelo para la estructura del ADN <i>Título completo:</i> Una estructura para el ácido desoxirribonucleico</p>	<p>c</p>
<p>3. <i>Título simplificado:</i> La cantidad de proteína de una solución puede medirse utilizando una sustancia química especial <i>Título completo:</i> Medición de proteína con el reactivo fenol Folin</p>	<p>d</p>
<p>4. <i>Título simplificado:</i> Una proteína que controla el transporte y el destino de otras proteínas celulares también libera una señal química para regular la cantidad de grasa parda en una célula y su sensibilidad a la insulina <i>Título completo:</i> La proteína de tráfico de membrana cdp138 regula el pardeamiento de la grasa y la sensibilidad a la insulina mediante el control de la liberación de catecolaminas</p>	<p>a</p>
<p>5. <i>Título simplificado:</i> Un grupo específico de enzimas controla el estrés celular y las señales que afectan la capacidad de las células para llevar un registro del tiempo <i>Título completo:</i> Las cinasas de la familia ASK median el estrés celular y la señalización redox del reloj circadiano</p>	<p>a</p>
<p>6. <i>Título simplificado:</i> Un mapa que muestra la ubicación y la cantidad de un grupo específico de proteínas ayuda a revelar la estructura de los cromosomas durante la mitosis. <i>Título completo:</i> Un mapa cuantitativo de condensinas humanas proporciona nuevas perspectivas sobre la arquitectura cromosómica mitótica</p>	<p>b</p>
<p><b>Evolución</b></p>	
<p>1. <i>Título simplificado:</i> Vivir con depredadores no causa la evolución de cerebros más grandes en una especie de peces pequeños <i>Título completo:</i> La exposición a los depredadores no conduce a la evolución de cerebros más grandes en poblaciones experimentales de peces espinosos</p>	<p>a</p>
<p>2. <i>Título simplificado:</i> El proceso de selección natural y la formación de variedades y especies nuevas <i>Título completo:</i> Sobre la tendencia de las especies a formar variedades; y sobre la perpetuación de las variedades y especies por medios naturales de selección</p>	<p>c</p>
<p>3. <i>Título simplificado:</i> Las ranas de cerebro grande maduran más tarde y viven más tiempo <i>Título completo:</i> Igual que el título simplificado</p>	<p>b</p>
<p>4. <i>Título simplificado:</i> Las diferencias entre las especies de coral y la adaptación al clima son causadas por cambios en muchos genes <i>Título completo:</i> La evolución poligénica impulsa la divergencia de las especies y la adaptación climática en los corales</p>	<p>a</p>
<p>5. <i>Título simplificado:</i> Una medición de la tasa de mutaciones hereditarias nuevas en óvulos y espermatozoides de monos verdes africanos <i>Título completo:</i> Estimación directa de la tasa de mutación espontánea de la línea germinal en monos verdes africanos</p>	<p>b</p>
<p>6. <i>Título simplificado:</i> Un modelo matemático para explicar la relación entre el tamaño de las especies y la cantidad de tipos de células diferentes que poseen <i>Título completo:</i> Un enfoque teórico de la regla de tamaño-complejidad</p>	<p>c</p>

Anatomía y fisiología	
<p>1. <i>Título simplificado:</i> Una <b>capacidad reducida para hacer que las arterias se ensanchen cuando el oxígeno es bajo</b> reduce <b>el oxígeno en el cerebro y en las partes externas del cuerpo</b> en hombres hipertensos</p> <p><i>Título completo:</i> <b>La reducción de la vasodilatación arterial en respuesta a la hipoxia</b> afecta el <b>suministro de oxígeno cerebral y periférico</b> en hombres hipertensos</p>	a
<p>2. <i>Título simplificado:</i> Descripción de la anatomía de una arteria de la tiroides y cómo se relaciona con un nervio del órgano emisor de la voz (laringe)</p> <p><i>Título completo:</i> Observaciones sobre la arteria tiroidea superior y su relación con el nervio laríngeo externo</p>	b
<p>3. <i>Título simplificado:</i> Un modelo de cómo el corazón cambia su estructura en atletas que tienen presión alta en sus arterias</p> <p><i>Título completo:</i> Remodelación cardíaca atlética en atletas con hipertensión arterial</p>	c
<p>4. <i>Título simplificado:</i> El efecto de una <b>hormona sexual femenina</b> en los <b>ciclos diarios de temperatura corporal</b> y <b>actividad</b> en ratas hembra</p> <p><i>Título completo:</i> Efecto de la <b>administración sistémica de estradiol</b> en <b>los ritmos circadianos de la temperatura corporal y la actividad</b> en ratas hembra</p>	a
<p>5. <i>Título simplificado:</i> <b>La Gran Recesión</b> empeoró <b>los niveles de presión arterial</b> y <b>glucosa sanguínea</b> en los adultos estadounidenses</p> <p><i>Título completo:</i> Igual que el título simplificado</p>	a
<p>6. <i>Título simplificado:</i> <b>La forma de la cavidad nasal</b> es controlada por <b>los límites físicos y geométricos</b></p> <p><i>Título completo:</i> <b>Las restricciones físicas y geométricas</b> dan forma a <b>la cavidad nasal en forma de laberinto</b></p>	a
Genética	
<p>1. <i>Título simplificado:</i> <b>Dos nuevas mutaciones genéticas</b> asociadas a la reducción del tamaño del cerebro en infantes interrumpen <b>la conexión entre una enzima y una proteína que ayuda a conectar los nervios</b></p> <p><i>Título completo:</i> Dos <b>mutaciones con cambio de sentido en CASK</b> nuevas asociadas a microcefalias interrumpen específicamente la <b>interacción CASK-neurexina</b></p>	a
<p>2. <i>Título simplificado:</i> Los patrones en el ADN describen la historia de los antepasados de las personas que viven en el Himalaya</p> <p><i>Título completo:</i> Reconstruyendo la historia demográfica del Himalaya y las poblaciones adyacentes</p>	b
<p>3. <i>Título simplificado:</i> La pérdida de cambios químicos en el ADN que se produce en secciones de cromosomas que se copian más tarde que otras se puede utilizar para determinar cuántas veces se ha dividido un grupo de células</p> <p><i>Título completo:</i> La pérdida de metilación del ADN en dominios de replicación tardía está asociada a la división mitótica de células</p>	b



<p>4. <i>Título simplificado:</i> Los <b>niveles bajos de una proteína</b> asociada al crecimiento celular causan <b>enfermedad inflamatoria intestinal y función cerebral anormal</b></p> <p><i>Título completo:</i> La <b>deficiencia humana de TGF-<math>\beta</math>1</b> causa <b>enfermedad inflamatoria intestinal y encefalopatía graves</b></p>	a
<p>5. <i>Título simplificado:</i> Los patrones en segmentos largos de ADN alrededor del gen asociado a la enfermedad de células falciformes muestran que la mutación ocurrió una vez en la historia de la humanidad hace aproximadamente 7,300 años</p> <p><i>Título completo:</i> Los haplotipos basados en secuencias de genoma completo revelan un origen único del alelo falciforme durante la fase húmeda del Holoceno</p>	b
<p>6. <i>Título simplificado:</i> <b>Las mutaciones en un gen que detienen la producción de una proteína</b> que se encuentra en medio del flagelo en los espermatozoides provocan que los espermatozoides tengan muchos <b>defectos</b> que resultan en <b>infertilidad</b> tanto en ratones como en humanos</p> <p><i>Título completo:</i> <b>La ausencia de CFAP69</b> causa <b>infertilidad masculina</b> debido a múltiples <b>anomalías morfológicas de los flagelos en humanos y ratones</b></p>	a

**REFERENCIAS**

<b>Ecología</b>	<b>Autor/Revista/Año</b>
1. Impact of food and predation on the snowshoe hare cycle	Krebs et al., <i>Science</i> , 1995
2. The competitive exclusion principle	Hardin, <i>Science</i> , 1960
3. The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle <i>Chthamalus stellatus</i>	Connell, <i>Ecology</i> , 1961
4. The interaction of drought and habitat explain space–time patterns of establishment in saguaro ( <i>Carnegiea gigantea</i> )	Winkler et al., <i>Ecology</i> , 2017
5. Development of a multimetric index for integrated assessment of salt marsh ecosystem condition	Nagel et al., <i>Estuaries and Coasts</i> , 2017
6. Predator identity more than predator richness structures aquatic microbial assemblages in <i>Sarracenia purpurea</i> leaves	Canter et al., <i>Ecology</i> , 2018
<b>Biología molecular y celular</b>	
1. An epigenetic mutation responsible for natural variation in floral symmetry	Cubas et al., <i>Nature</i> , 1999
2. A structure for deoxyribose nucleic acid	Crick and Watson, <i>Nature</i> , 1953
3. Protein measurement with the Folin phenol reagent	Lowry et al., <i>Journal of Biological Chemistry</i> , 1951
4. Membrane trafficking protein cdp138 regulates fat browning and insulin sensitivity through controlling catecholamine release	Zhou et al., <i>Molecular and Cellular Biology</i> , 2018
5. ASK family kinases mediate cellular stress and redox signaling to circadian clock	Imamura et al., <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> , 2018
6. A quantitative map of human condensins provides new insights into mitotic chromosome architecture	Walther et al., <i>Journal of Cell Biology</i> , 2018
<b>Evolución</b>	
1. Exposure to predators does not lead to the evolution of larger brains in experimental populations of threespine stickleback	Samuk, <i>Evolution</i> , 2018
2. On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection	Darwin and Wallace, <i>Zoological Journal of the Linnean Society</i> , 1859
3. Large-brained frogs mature later and live longer	Yu et al., <i>Evolution</i> , 2018

4. Polygenic evolution drives species divergence and climate adaptation in corals	Rose et al., <i>Evolution</i> , 2017
5. Direct estimate of the spontaneous germ line mutation rate in African green monkeys	Pfeifer, <i>Evolution</i> , 2017
6. A theoretical approach to the size-complexity rule	Amado et al., <i>Evolution</i> , 2017
<b>Anatomía y fisiología</b>	
1. Reduced arterial vasodilatation in response to hypoxia impairs cerebral and peripheral oxygen delivery in hypertensive men	Fernandes et al., <i>Journal of Physiology</i> , 2018
2. Observations on the superior thyroid artery and its relationship with the external laryngeal nerve	Alzahrani et al., <i>Anatomy &amp; Physiology</i> , 2018
3. Athletic heart remodeling in athletes with arterial hypertension	Smolensky, <i>Human Physiology</i> , 2018
4. Effect of systemic estradiol administration on circadian body temperature and activity rhythms in female rats	Uchida et al., <i>Anatomy &amp; Physiology</i> , 2018
5. The Great Recession worsened blood pressure and blood glucose levels in American adults	Seeman et al., <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> , 2018
6. Physical and geometric constraints shape the labyrinth-like nasal cavity	Zwicker et al., <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> , 2018
<b>Genética</b>	
1. Two microcephaly-associated novel missense mutations in CASK specifically disrupt the CASK–neurexin interaction	LaConte et al., <i>Human Genetics</i> , 2018
2. Reconstructing the demographic history of the Himalayan and adjoining populations	Tamang et al., <i>Human Genetics</i> , 2018
3. DNA methylation loss in late-replicating domains is linked to mitotic cell division	Zhou et al., <i>Nature Genetics</i> , 2018
4. Human TGF- $\beta$ 1 deficiency causes severe inflammatory bowel disease and encephalopathy	Kotlarz et al., <i>Nature Genetics</i> , 2018
5. Whole-genome-sequence-based haplotypes reveal single origin of the sickle allele during the Holocene wet phase	Shriner and Rotimi, <i>American Journal of Human Genetics</i> , 2018
6. Absence of CFAP69 causes male infertility due to multiple morphological abnormalities of the flagella in human and mouse	Dong et al., <i>American Journal of Human Genetics</i> , 2018

## CRÉDITOS

Escrito por Paul Beardsley, HHMI, Cal Poly Pomona; Brian Silliman, Duke University

Editado por Esther Shyu, HHMI; Mark Nielsen, HHMI

Traducido al español por C. Gerardo González R., preparatoria ITESM, CSF; y editado por: Kevin Alicea-Torres, Freelance Science editor, Jamillah Echeverria, Vialux Media y Zulmarie Pérez Horta, HHMI.