

DESCRIPCIÓN GENERAL

La Tierra es un lugar dinámico con muchos componentes y procesos que interactúan entre sí, resultando en sistemas complejos que regulan y dan forma al mundo en el que vivimos. Los estudiantes pueden armar sus propios modelos de estos sistemas terrestres usando el módulo *Haz clic & aprende [Comprendiendo el cambio global](#)* que proporciona un espacio interactivo para mapear y explicar los fenómenos del cambio global. El *Haz clic & aprende* incluye una variedad de componentes y procesos terrestres agrupados en tres categorías: “Causas del cambio”, “Cómo funciona el sistema terrestre” y “Cambios medibles”.

Esta guía proporciona ejemplos de cómo los estudiantes pueden usar el módulo *Haz clic & aprende [Comprendiendo el cambio global](#)* para generar y estudiar los modelos de sistemas. Los modelos de sistemas construidos son representaciones conceptuales que explican las relaciones causa-efecto y sirven como evidencia de la comprensión de los estudiantes de los procesos y fenómenos del cambio global. Por esta razón, no recomendamos usar este recurso de forma aislada, sino que puede implementarse junto a otros recursos. Este módulo se puede utilizar como una herramienta para hacer evaluaciones formativas y sumativas con el fin de ayudar a los estudiantes a comprender el cambio global. Los modelos conceptuales pueden estar basados en datos cualitativos o cuantitativos, y las anotaciones pueden incluir varias formas de evidencia, según sea apropiado para tus estudiantes.

Para encontrar información adicional relacionada a la pedagogía e implementación de este material, incluyendo la audiencia sugerida, el tiempo estimado de la clase y las conexiones curriculares, favor de visitar la [página web de este recurso](#). Ahí también podrás descargar un ejemplo de un modelo de sistemas relacionado con la acidificación del océano.

CONCEPTOS CLAVE

- La Tierra es un sistema con una variedad de componentes y subsistemas que interactúan entre sí, tales como el ciclo del carbono, el ciclo del agua, y los ciclos de nutrientes.
- La Tierra es dinámica y experimenta cambios durante escalas de tiempo cortas y largas.
- Los seres humanos son una de las principales causas del cambio global. También hay factores que causan cambios globales que no están relacionados con la actividad humana. Sin embargo, la mayoría de los cambios globales que ocurren hoy en día son causados por la actividad humana.
- Es necesario comprender cómo interactúan los componentes y procesos del sistema terrestre para poder analizar, interpretar y predecir las causas y efectos del cambio global.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE PARA EL ESTUDIANTE

Construir modelos de sistemas para explicar cómo un cambio en el sistema terrestre puede producir un efecto medible en otras partes del sistema (por ejemplo, cambios en los ecosistemas y en el clima).

CONOCIMIENTO PREVIO

Los estudiantes deben:

- estar familiarizados con el uso de las flechas para representar relaciones causa-efecto en un diagrama.
- entender un sistema terrestre lo suficiente como para mapear las interacciones entre sus componentes.

MATERIALES

- Papel para que los estudiantes hagan diagramas
- Materiales para dibujar, tales como lápices o marcadores
- Póster “Comprendiendo el cambio global” (opcional y disponible en la [página web del Haz clic & aprende](#))

- Computadoras para que los estudiantes puedan acceder el *Haz clic & aprende*
 - El *Haz clic & aprende* funciona mejor en computadoras portátiles (Windows, Mac OS o Chromebooks) con conexión a internet. Además, funciona mejor en los navegadores Firefox y Chrome. Safari es compatible, pero tiene una funcionalidad limitada.
 - Una versión sin conexión en línea, denominada “aplicación para computadora”, se puede descargar en la [página web del Haz clic & aprende](#). Los estudiantes no pueden guardar su trabajo en Google Drive si usan la versión sin conexión en línea, pero pueden guardar una copia localmente en sus computadoras.

CONSEJOS DIDÁCTICOS

- Este *Haz clic & aprende* se puede usar en una variedad de cursos, como los de ciencias biológicas, ciencias de la tierra y ciencias ambientales.
- El tiempo requerido depende de cómo se utilice el módulo interactivo. Por ejemplo, revisar un fenómeno, aprender a usar el *Haz clic & aprende* y construir un sistema inicial puede hacerse en un período de clase de 50 minutos.
 - El tiempo adicional requerido para continuar el trabajo inicial, por ejemplo, revisando los modelos para incorporar evidencias o ideas adicionales, puede variar. Idealmente, los estudiantes tendrán oportunidad de discutir y actualizar los modelos periódicamente a lo largo de una unidad o curso.
- Los estudiantes pueden trabajar individualmente o en grupos, compartiendo, revisando y colaborando en los modelos.
- Considera poner el póster “Comprendiendo el cambio global” a disposición de los estudiantes para que lo usen de referencia para revisar la organización y los diferentes componentes del marco conceptual.
- Una alternativa es que los estudiantes comiencen usando sus conocimientos previos para modelar un proceso terrestre sin influencia humana, como el ciclo del agua o el ciclo del carbono. Se pueden usar los ejemplos de modelos en el póster “Comprendiendo el cambio global” o compartir el ejemplo sobre acidificación del océano localizado en el archivo zip. Es importante que los estudiantes entiendan las complejidades de un proceso terrestre antes de introducir cambios causados por la actividad humana.
- La lista de los íconos con los diferentes procesos y fenómenos utilizados en el *Haz clic & aprende* está disponible para descargar como un PDF titulado “Íconos”. De no tener acceso a una computadora en el aula, este documento impreso se puede cortar en tarjetas para hacer una actividad grupal que suplemente o sustituya la experiencia del *Haz clic & aprende*.
- Los modelos y las anotaciones hechas en el *Haz clic & aprende* se pueden descargar como un archivo de PowerPoint usando la opción “Exportar” (ver la Figura 2). El nombre del modelo, la descripción y las explicaciones de las conexiones en el modelo se pueden editar en PowerPoint. La imagen del modelo no se puede editar, pero se puede agregar información (incluyendo cuadros de texto, formas y flechas) sobre la imagen del modelo usando las funcionalidades de PowerPoint.
- El *Haz clic & aprende* tiene tres estilos de flecha: negra, gris, y discontinua. La clase debe llegar a un consenso sobre lo que representa cada estilo. Por ejemplo, los diferentes estilos se pueden usar para sugerir puntos fuertes de interacción o interacciones positivas, negativas y neutrales.
 - Motiva a los estudiantes a realizar anotaciones en cada una de las flechas que expliquen la relación entre los componentes. Ellos pueden hacer sus anotaciones directamente en el espacio provisto en el módulo interactivo, en las diapositivas de PowerPoint exportadas del módulo o en papel si están usando los íconos impresos.
- La imagen de fondo en el *Haz clic & aprende* se puede reemplazar por cualquier imagen que sea relevante al contenido. Para cargar una imagen de tu preferencia, selecciona “Fondo” en el menú, representado por tres líneas horizontales en la esquina superior derecha del *Haz clic & aprende*.
- Los estudiantes pueden crear sus propios íconos para los componentes o procedimientos que no estén incluidos en el *Haz clic & aprende*. Para esto, deben usar los íconos etiquetados “En blanco” al final de la lista

de cada categoría. La etiqueta “En blanco” se puede cambiar haciendo doble clic en el ícono después de añadirlo al modelo.

- Los estudiantes pueden crear un ícono propio para representar la forma en la que ellos mismos causan cambios o se ven afectados por los cambios en el sistema terrestre. Para esto, deben usar el ícono humano etiquetado “Tu nombre”, que se muestra al final de las listas “Causas del cambio” y “Cambios medibles”. La etiqueta “Tu nombre” se puede cambiar al nombre del estudiante haciendo doble clic en el ícono después de añadirlo al modelo.

EJEMPLO DE SECUENCIA EDUCACIONAL

El *Haz clic & aprende* es una herramienta flexible con múltiples usos. Esta guía explica una de las formas de usar esta herramienta con los estudiantes, pero animamos a los educadores a explorar y crear otros enfoques. En este ejemplo, los estudiantes dibujan primero un mapa conceptual a mano, ya que es una tarea con la cual probablemente estén familiarizados. Una vez que revisen el mapa conceptual, lo convierten en un modelo de sistemas usando el *Haz clic & aprende*.

1. Escoge un fenómeno del cambio global relevante a tu curso. Algunos ejemplos incluyen:
 - a. Drenaje ácido proveniente de operaciones mineras
 - b. Extinción animal
 - c. Blanqueamiento de los corales
 - d. Desertificación
 - e. Sequía
 - f. Eutrofización (zonas muertas)
 - g. Fenómenos meteorológicos extremos
 - h. Incendios forestales
 - i. Acidificación del océano
 - j. Aumento del nivel del mar
 - k. Pérdida del ozono estratosférico
 - l. Islas de calor urbanas
2. Pide a los estudiantes que hagan un mapa conceptual en papel que ilustre su comprensión del fenómeno seleccionado. Indícales que conecten las causas con los efectos en su mapa.
3. Pide a los estudiantes que trabajen en parejas y compartan su modelo con un compañero. Cada equipo debe revisar o combinar sus modelos con base en sus comentarios y discusión.
 - a. En este punto, comparte la lista de los íconos del *Haz clic & aprende* para que los estudiantes se familiaricen con los íconos y refinen sus modelos con estos componentes en mente. También puedes proporcionarles una lista más corta con los componentes que sean relevantes para el fenómeno presentado.
4. Selecciona algunos grupos para que compartan sus modelos con la clase.
5. Concluye la discusión en clase haciendo hincapié en que una comprensión más profunda de los fenómenos del cambio global depende de entender las conexiones entre los diferentes componentes y procesos del sistema terrestre.
6. Introduce el módulo *Haz clic & aprende* [Comprendiendo el cambio global](#). Pide a los estudiantes que revisen la sección “Introducción”. Además, puedes señalar lo siguiente:
 - a. El diagrama circular en la diapositiva “Marco conceptual para comprender el cambio global” es interactivo. Los estudiantes pueden ampliar o disminuir el diagrama usando los botones en la esquina superior derecha. También pueden hacer clic en cualquiera de las secciones o íconos para obtener más información.
 - i. Algunos de los componentes cliqueables incluyen enlaces a otros recursos de BioInteractive con información más detallada.
 - ii. El diagrama aparece por primera vez al final de la sección “Introducción”. Después de terminar la introducción, los estudiantes pueden regresar al diagrama haciendo clic en el encabezado en la esquina superior izquierda del *Haz clic & aprende*.
 - b. El menú “Ayuda”, que aparece en la barra de herramientas negra en la parte inferior, contiene instrucciones sobre cómo armar y hacer anotaciones en los modelos.

- c. El marco conceptual contiene tres categorías: “Causas del cambio”, “Cómo funciona el sistema terrestre” y “Cambios medibles”.
 - i. Para seleccionar una categoría, haz clic en la barra del color correspondiente en la esquina inferior izquierda del *Haz clic & aprende* (ver la Figura 1). Esto abre una lista desplegable de íconos que representan los procesos y fenómenos.
 - ii. Si los estudiantes no pueden encontrar el ícono que necesitan en las listas, cada categoría incluye un ícono en blanco que se puede personalizar haciendo doble clic sobre él luego de añadirlo a la imagen.
- d. Los íconos pueden estar conectados con flechas, a las cuales se les puede añadir texto.
 - i. Para dibujar una flecha entre dos íconos, primero tienes que hacer clic en la flecha que aparece en la barra de herramientas que se encuentra arriba a la derecha. Puedes seleccionar entre tres estilos de flecha: negra, gris o discontinua.
 - ii. Haz clic en el ícono donde quieres que comience la flecha y luego haz clic en el ícono donde quieres que termine la flecha. La flecha aparecerá entre esos dos íconos.
 - iii. Puedes escribir anotaciones para cada flecha en la lista a la izquierda.

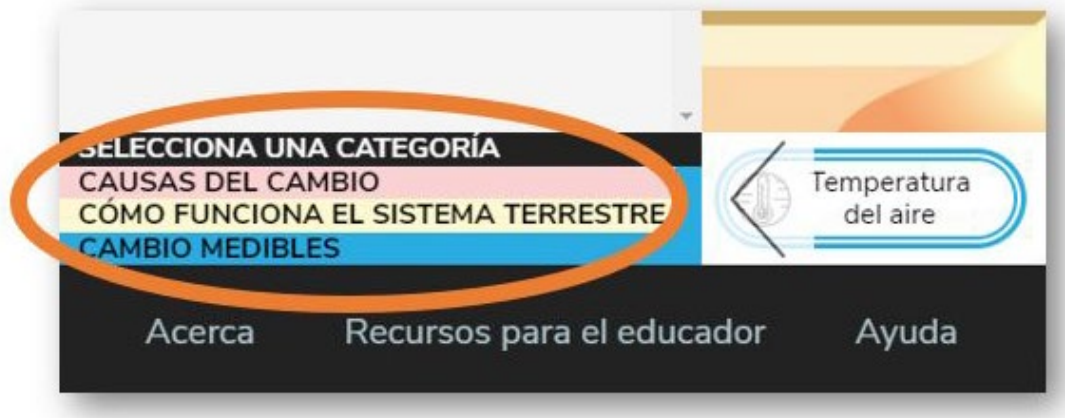


Figura 1. Las tres categorías del *Haz clic & aprende*. Haz clic en las categorías para ver los componentes del modelo y para añadirlos a un modelo.

7. (Opcional) Arma un modelo simple en clase para ilustrar cómo funciona el *Haz clic & aprende*. El modelo debería ser de un proceso con el que los estudiantes estén familiarizados o que se haya discutido en clase.
8. Haz que los estudiantes recreen y refinen el modelo que hicieron en papel en el *Haz clic & aprende*.
 - a. Los modelos deben incluir componentes de cada una de las tres categorías de procesos y fenómenos: “Causas del cambio”, “Cómo funciona el sistema terrestre” y “Cambios medibles”.
 - b. Los componentes deben estar conectados por flechas, y los estudiantes deben anotar las conexiones para demostrar su comprensión de cada enlace en el modelo.
9. Indica a los estudiantes a que guarden y entreguen sus modelos finales para evaluación, como archivos zip o PowerPoint.
 - a. Para guardar el modelo como un archivo zip, que luego puede ser abierto de nuevo en el *Haz clic & aprende*, haz clic en el ícono de menú, representado por tres barras horizontales en la esquina superior derecha. Selecciona si deseas guardar el modelo localmente en tu computadora o en Google Drive (ver Figura 2).
 - b. Para guardar el modelo como PowerPoint, haz clic en el ícono de menú en la esquina superior derecha, selecciona “Exportar”, y luego “PowerPoint”.



Figura 2. El menú y opciones para guardar y exportar modelos en el *Haz clic & aprende*.

EXTENSIONES OPCIONALES

- Indica a los estudiantes que deben actualizar sus modelos repetidamente a lo largo de una unidad o del semestre. Los estudiantes deben actualizar sus modelos para incorporar cambios en su comprensión del fenómeno a lo largo del tiempo. Por ejemplo, a medida que los estudiantes aprenden más sobre un tema o amplían su conocimiento con otros recursos educativos, pueden dibujar y anotar conexiones adicionales en su modelo. De esta manera, pueden armar sistemas más complejos sobre una unidad de estudio o conectar unidades en un currículo.
 - Los estudiantes deben guardar sus modelos como archivos zip (descrito anteriormente) para poder editarlos posteriormente. Para abrir un archivo zip guardado en el *Haz clic & aprende*, haz clic en el ícono de menú en la esquina superior derecha y selecciona “Abrir”.
- Diseña tu propia evaluación usando un modelo rellenable con espacios en blanco. Haz clic en el ícono de menú en la esquina superior derecha, selecciona “Exportar” y luego “Modelo en blanco.” Esto exporta un archivo PowerPoint que muestra el diagrama con flechas, pero no incluye las etiquetas de los íconos ni las descripciones. Pide a los estudiantes que hagan sus anotaciones ahí.
 - Los estudiantes pueden abrir el archivo exportado en PowerPoint o con Presentaciones de Google para añadir las anotaciones. También pueden imprimir el archivo para usarse como una asignación en lápiz y papel.
 - Los estudiantes pueden usar la opción de “llenar los espacios en blanco” para crear autoevaluaciones y usarlas como herramientas de estudio.
- Parea este módulo con el *Haz clic & aprende* [Antropoceno: impactos humanos en el medio ambiente](#) que explora factores antropogénicos del cambio global. Después de completar ese *Haz clic & aprende*, los estudiantes pueden construir un modelo de sistemas con esos factores usando el módulo *Comprendiendo el cambio global*.

CRÉDITOS

Escrito por Mark Nielsen, HHMI

Editado por Esther Shyu, Aleeza Oshry, HHMI; Jessica Bean, UC Berkeley; Scott Sowell, Darnell Cookman Middle/High School of the Medical Arts Jacksonville, FL

Traducido al español por Isabel Parés Ramos, MS, Urbánica P.C.; y editado por Jamillah Echeverria, Vialux Media y Zulmarie Pérez Horta, PhD, HHMI.