

Britannica

WHITE PAPER SERIES

**CONCEPTOS  
ERRÓNEOS COMUNES  
EN ESTUDIANTES DE  
SECUNDARIA**





## INTRODUCCIÓN



## ¿QUÉ CAUSA EL CAMBIO DE ESTACIONES?

Diferentes estudios han demostrado que hasta un 95% de las personas—including a los graduados universitarios—creen que las estaciones son el resultado de la Tierra acercándose o alejándose del Sol.<sup>1</sup> En realidad, la inclinación del eje terrestre hacia el Sol durante su órbita anual determina las estaciones. La distancia de la Tierra al Sol no determina de manera alguna las estaciones. Este es un concepto erróneo común que muchos estudiantes tienen.

Los datos de un examen administrado por el Departamento de Educación de Estados Unidos en el año 2011 indican que aproximadamente dos de cada tres estudiantes del octavo grado carecen de conocimientos científicos básicos.<sup>2</sup> La Evaluación realizada por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (American Association for the Advancement of Science o AAAS) reveló que los estudiantes en los grados 6-8 demostraron evidencia de conceptos erróneos en una tasa de frecuencia sorprendentemente alta, que van, por ejemplo, del 31% que creen que “Las plantas no compiten por los recursos” al 53% que creen que “las moléculas de los alimentos no se almacenan en el bulbos de las plantas”.

Los conceptos pueden ser definidos como las ideas, objetos o eventos que ayudan a las personas a entender el mundo a su alrededor.<sup>3</sup> Por el contrario, los conceptos erróneos pueden ser descritos como las ideas que proporcionan una comprensión incorrecta de esas ideas, objetos o eventos que contradicen nuestra actual comprensión de la ciencia natural. Conceptos erróneos pueden ocurrir ya sea en la comprensión de los estudiantes de los métodos científicos o en la forma en que organizan el conocimiento científico.

Por eso Britannica tiene el placer de ofrecerle acceso gratuito a un documento que examina los conceptos erróneos de ciencias más comunes que los estudiantes tienden a tener y los diferentes factores que dan forma a estas ideas. El documento se basa en datos de diferentes investigaciones para demostrar la importancia de la comprensión de la teoría pedagógica de los cambios conceptuales como un primer paso hacia la solución de ellos durante la enseñanza. Por último, el documento explora diferentes investigaciones que sugieren que sistemas de pruebas interactivas—el marco conceptual de *Britannica Pathways: Science*—son herramientas útiles para transformar los conceptos erróneos de estudiantes en conocimiento concreto.

<sup>1</sup> Reull, Peter. “Understanding Student Weaknesses.” *Harvard Gazette* (2013). Web. 30 April 2013. <<http://www.news.harvard.edu/gazette/story/2013/understanding-student-weaknesses>>.

<sup>2</sup> Robelen, Erik. “Knowing Student Misconceptions Key to Science Teaching, Study Finds.” *Education Week* 2013. Web. 3 May (2013). <<http://blogs.edweek.org>>.

<sup>3</sup> Thompson, Fiona, and Sue Logue. “An Exploration of Common Student Misconceptions in Science.” *International Education Journal* 7.4 (2006): (553–559). Print.

# ¿QUÉ SON LOS CONCEPTOS ERRÓNEOS Y POR QUÉ SE GENERAN?



Los estudiantes suelen traer una variedad de conceptos erróneos o preconcebidos a sus aulas de ciencias. Según el Consejo Nacional de Investigación (NRC – National Research Council), a los estudiantes en los grados 5° al 8° se les enseña que la energía es una propiedad importante de sustancias y que cambiarlo implica la transferencia de energía.<sup>4</sup> Sin embargo, el calor es un tema en el que los estudiantes suelen tener muchas ideas preconcebidas.

### POR EJEMPLO:

#### LOS ESTUDIANTES PUEDEN PENSAR QUE...

*La temperatura es una propiedad de un material o un objeto en particular.*

*El calor y el frío son diferentes.*

*El frío se transfiere de un objeto a otro.*

*Los objetos que mantienen las cosas calientes, tales como suéteres, guantes y mantas son fuentes de calor.*

*Algunas sustancias, como la harina, el azúcar, o el aire no pueden calentarse.*

*Los objetos que se vuelven cálidos fácilmente (conductores del calor) no se enfrían fácilmente.*

#### EN LUGAR DE PENSAR QUE...

La temperatura no es una propiedad de los materiales u objetos. Objetos expuestos a las mismas condiciones ambientales tendrán la misma temperatura.

El frío es la ausencia de calor. El calor y el frío pueden ser considerados como extremos opuestos de un continuo.

El calor se mueve desde el objeto más caliente al objeto más frío.

Los objetos mantienen las cosas calientes atrapando el calor.

Todas las sustancias se calientan, aunque algunas se calientan con con más facilidad que otras.

Los conductores se calientan y se enfrían con facilidad.

Fuente: Reull, Peter. "Understanding Student Weaknesses." *Harvard Gazette* (2013). Web. 30 abril 2013. <<http://www.news.harvard.edu/gazette/story/2013/understanding-student-weaknesses>>.

<sup>4</sup> National Research Council. *National Science Education Standards Science Content Standard B: Physical Science*. Washington, D.C.: National Academies Press, 1996. Print.

## ¿QUÉ SON LOS CONCEPTOS ERRÓNEOS Y POR QUÉ SE GENERAN? (continuación)



La NRC indica que “Los estudiantes de la secundaria deben pasar de estudiar ciencias naturales desde el punto de vista de los organismos individuales a reconocer patrones en los ecosistemas y las formas en que interactúan entre sí y con su medio ambiente.”<sup>5</sup> Sin embargo, los conceptos erróneos abundan en esta área también:

### LOS ESTUDIANTES PUEDEN PENSAR QUE...

*Organismos superiores en la cadena alimenticia comen todos los organismos inferiores.*

*Los carnívoros tienen más energía o poder que los herbívoros.*

*Las cadenas alimenticias implican depredador y la presa, pero no productores.*

*Los tamaños relativos de poblaciones de depredadores y presas no influyen el tamaño de la otra.*

*Variando el tamaño de la población de una especie puede no afectar a un ecosistema debido a que algunos organismos no son importantes.*

*Especies coexisten en los ecosistemas debido a sus necesidades y comportamientos compatibles; ellos necesitan llevarse bien.*

*Las características son desarrolladas por los individuos en respuesta a las necesidades del individuo.*

### EN LUGAR DE PENSAR QUE...

Organismos superiores en una cadena alimenticia comen algunos, pero no necesariamente todos los organismos inferiores a ellos.

Mientras que algunos carnívoros pueden ser más grandes y requieren más comida que algunos herbívoros, ellos no tienen más energía o poder.

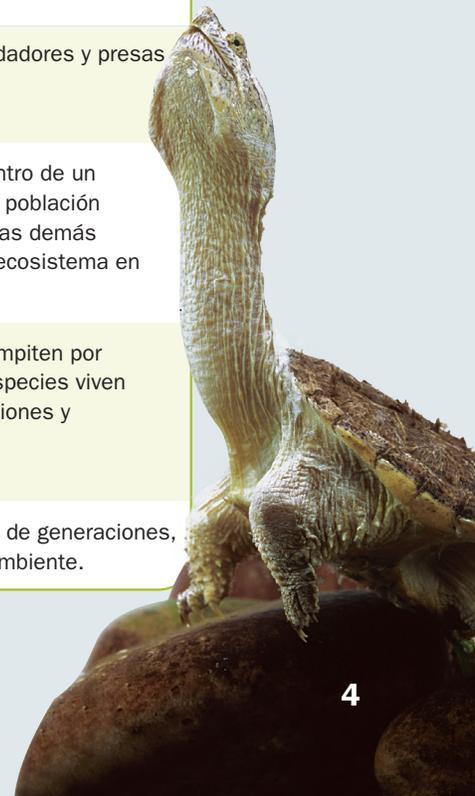
Los productores son una parte esencial de todas las cadenas y redes alimenticias.

Los tamaños de las poblaciones de depredadores y presas influyen entre sí.

Todos los organismos son importantes dentro de un ecosistema. La variación del tamaño de la población de una especie puede no afectar a todas las demás especies igualmente, pero va a afectar el ecosistema en su conjunto.

Dentro de un ecosistema, las especies compiten por recursos y se alimentan el uno del otro. Especies viven en el mismo ecosistema debido a adaptaciones y necesidades ambientales similares.

Las características se desarrollan a través de generaciones, en respuesta a las exigencias del medio ambiente.



<sup>5</sup> National Research Council. *National Science Education Standards Science Content Standard C: Life Science*. Washington, D.C.: National Academies Press, 1996. Print.

# ¿QUÉ SON LOS CONCEPTOS ERRÓNEOS Y POR QUÉ SE GENERAN? (continuación)



Aunque el término “concepto erróneo” significa simplemente una idea o explicación que difiere de un concepto científico aceptado, los conceptos erróneos de los estudiantes pueden ser bastante complejos. Los estudiantes llegan a la escuela con conocimientos establecidos sobre los mundos físicos, biológicos y sociales basados en sus propias ideas y explicaciones que pueden ser o no correctas. Algunos conceptos erróneos pueden cambiar a medida que los estudiantes desarrollan su capacidad de pensamiento abstracto, mientras que otros persisten hasta en la adultez.

Las experiencias previas de los estudiantes afectan profundamente su voluntad y capacidad de aceptar otras explicaciones con base científica sobre cómo funciona el mundo, sobretodo si la nueva información no se ajusta a su forma establecida de pensar. Más bien, ellos tienden a remodelar o modificar la nueva información para ajustarse al esquema existente. Ideas erróneas se crean inadvertidamente y se refuerzan cuando el alumno construye explicaciones, desentraña los problemas y presenta nuevos datos a base de un razonamiento defectuoso. Cuanto más tiempo se permanece una idea errónea sin ser corregida, más se aumenta la probabilidad de que la idea se ponga más resistente a cambios.<sup>6</sup>

### OTRAS IDEAS ERRÓNEAS COMUNES:

- Los objetos flotan en el agua POR QUÉ son más livianos que el agua.
- Las burbujas en el agua hirviendo contienen aire, oxígeno o nada, en lugar de vapor de agua.
- Las estaciones son causadas por la distancia a la Tierra al sol.
- Los dinosaurios, humanos y los cavernícolas vivieron durante la misma época.
- Los términos “energía” y “fuerza” tienen el mismo significado.
- Las baterías tienen electricidad en su interior.
- La Luna no gira sobre su eje a medida que gira alrededor de la Tierra.



Fuente: Gooding, Julia, and Bill Metz. “From Misconceptions to Conceptual Change.” *The Science Teacher* (May/June 2011): 34–37. Print.

<sup>6</sup> Gooding, Julia, and Bill Metz. “From Misconceptions to Conceptual Change.” *The Science Teacher* (May/June 2011): 34–37. Print.



### ¿CÓMO PUEDEN LOS MAESTROS ALTERAR EL PARADIGMA DE LOS CONCEPTOS ERRÓNEOS?

En la publicación denominada *Misconceptions as Barriers to Understanding Science, Science Teaching Reconsidered: A Handbook* (o Conceptos Erróneos como Barreras para la Comprensión de la Ciencia: Un Manual Reconsiderado para La Enseñanza de las Ciencias), el *National Academy of Sciences* (o la Academia Nacional de las Ciencias) sugiere un proceso para corregir conceptos erróneos. El proceso requiere que los maestros identifiquen las creencias erróneas de los estudiantes, proporcionando un foro para que los estudiantes confronten sus creencias y luego se ayuda a los estudiantes a reconstruir sus conocimientos.

¿Cómo pueden los maestros identificar ideas erróneas de sus estudiantes? Hacer preguntas de sondeo y fomentar las discusiones entre ellos puede ser decisivo en el descubrimiento de lo que los estudiantes realmente creen. Los maestros también deben entender cómo los estudiantes asimilan la información para facilitar su aprendizaje.

Un estudio encontró que los profesores tienen que entender tanto el contenido de lo que están tratando de transmitir, como los conceptos erróneos específicos que tienen los estudiantes con el fin de mejorar

la enseñanza de la ciencia.<sup>7</sup> El estudio realizado en el Centro Harvard-Smithsoniano de Astrofísica, reclutó 181 profesores de ciencias físicas para tomar una prueba de conocimientos conceptuales, así como administrar la misma prueba a 10.000 de sus estudiantes. Doce de los 20 ítems de la prueba fueron diseñados para tener una respuesta incorrecta correspondiente a una idea errónea común.

Se le pidió a los maestros que identificaran la respuesta correcta para cada caso, así como la que creían que los estudiantes eran más propensos a seleccionar de forma incorrecta. Aunque los maestros en general seleccionaron la respuesta correcta, los resultados fueron mixtos en la predicción de las respuestas incorrectas de los estudiantes. Aquellos maestros que eran más capaces de predecir las respuestas incorrectas de los estudiantes, ayudaron a los estudiantes a aprender más. Así lo describió el humorista-filósofo norteamericano Will Rogers, “No es lo que ellos no saben lo que les da problemas; sino lo que creen que saben pero no lo es.”<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Robelen, Erik. “Knowing Student Misconceptions Key to Science Teaching, Study Finds.” *Education Week* (2013). Web. 3 May 2013. <<http://blogs.edweek.org>>.

<sup>8</sup> Reull, Peter. “Understanding Student Weaknesses.” *Harvard Gazette* (2013). Web. 30 April 2013. <<http://www.news.harvard.edu/gazette/story/2013/understanding-student-weaknesses>>.

# FOMENTANDO LOS CAMBIOS CONCEPTUALES



El proceso de sustitución de conceptos erróneos con conceptos científicamente aceptables se llama cambio conceptual. Como se ha señalado anteriormente, la simple presentación de un nuevo concepto o decirle a los estudiante que sus opiniones son incorrectas no producirá el cambio conceptual. Por el contrario, los estudiantes deben tomar un papel activo en la reorganización de su conocimiento, característica que distingue el cambio conceptual de otros tipos de aprendizaje. El proceso de cambiar o sustituir un concepto existente produce un nuevo marco intelectual que los estudiantes pueden utilizar para resolver problemas, explicar fenómenos y entender su mundo.

Esther L. Zirbel establece en su documento denominado *Teaching to Promote Deep Understanding and Instigate Conceptual Change 2006* (Enseñando a Promover

la Comprensión Profunda y Promover el Cambio Conceptual) cuatro condiciones que deben estar presentes para catalizar el cambio conceptual:

Las estrategias para ayudar a los estudiantes a elaborar sus ideas preconcebidas sobre un tema científico se basan en la investigación del proceso de aprendizaje. Por ejemplo, usando métodos que reduzcan al mínimo las actividades cerradas y que favorezcan la indagación, investigaciones abiertas, que promuevan una mayor participación de los estudiantes en la discusión de las ideas científicas en su trabajo en grupo. Cuando se estimula a los estudiantes a predecir los resultados de sus experimentos están más dispuestos a cambiar su forma de pensar, que aquellos que se desempeñan como observadores pasivos. Se debe crear oportunidades para que los estudiantes enfrenten sus propias creencias y resuelvan cualquier conflicto entre sus ideas y lo que experimentan en una actividad de laboratorio y/o lo que aprenden durante una discusión. Los maestros también tienen que asegurarse de que las conexiones están hechas de una manera relevante entre los conceptos aprendidos en el aula y la vida diaria de los estudiantes.

Zirbel sugiere que para formar nuevos conceptos o para cambiar los conceptos erróneos, los estudiantes tienen que ser conducidos a través de varios procesos que les enseñarán a comprender el problema conscientemente. Al asimilar la información adicional y evaluarla con respecto a las creencias anteriores, los estudiantes deben trabajar hacia la obtención de fluidez del concepto recién adquirido y comprendido.



**LA INSATISFACCIÓN.** Los estudiantes deben primero darse cuenta de que hay algunas inconsistencias en su conocimiento actual y que su forma de pensar no resuelve el problema en cuestión.

**LA INTELIGIBILIDAD.** El concepto no sólo debe tener sentido, pero los alumnos también deben ser capaces de crear un argumento y lo ideal sería que fueran capaces de explicar ese concepto a otros compañeros de clase.

**LA PLAUSIBILIDAD.** El nuevo concepto debe tener más sentido que el concepto anterior y debe ofrecer la capacidad de resolver mejor el problema.

**LA FECUNDIDAD.** El nuevo concepto debe hacer algo más que sólo resolver el problema en cuestión. También debe abrir nuevas áreas de investigación.

# FOMENTANDO LOS CAMBIOS CONCEPTUALES (continuación)



Hay una serie de modelos y estrategias para impulsar el cambio conceptual. Muchos modelos comparten una estructura similar a la estrategia de enseñanza de cambio conceptual propuesta originalmente en 1982 por Nussbaum y Novick<sup>9</sup>:

### 1. REVELAR LAS PRECONCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES.

El primer y más importante paso en la enseñanza para el cambio conceptual es hacer que los estudiantes tomen conciencia de sus propias ideas acerca de un tema o fenómeno.

### 2. PRESENTAR UN EVENTO QUE EXPONE IDEAS PRECONCEBIDAS.

La instrucción empieza con cualquier situación que requiere que los estudiantes usen ideas preconcebidas para interpretar o explicar un evento.

### 3. PIDA QUE LOS ESTUDIANTES DESCRIBAN O REPRESENTEN SUS CONCEPCIONES.

El objetivo de este paso es ayudar a los estudiantes a empezar a aclarar sus propias ideas y su comprensión de un concepto. Los estudiantes pueden escribir descripciones, dibujar ilustraciones, crear modelos físicos, dibujar mapas conceptuales, diseñar páginas Web o pueden utilizar cualquier combinación de estos para explicar sus concepciones.

### 4. DISCUTIR Y EVALUAR CONCEPCIONES.

En este paso, los estudiantes aclaran y revisan sus concepciones originales a través de discusiones en grupo y con toda la clase. El maestro dirige la clase para evaluar la inteligibilidad, plausibilidad y la fecundidad de cada estudiante en relación con el evento que expone las ideas preconcebidas. Los estudiantes que tienen diferentes concepciones pueden trabajar en parejas o en grupos para evaluar las ideas de los otros.

### 5. CREAR CONFLICTO CONCEPTUAL.

Mientras los estudiantes tomen conciencia de sus propias concepciones, se vuelven insatisfechos con sus propias ideas y se vuelven más abiertos a cambiar sus ideas.

### 6. FOMENTE EL ALOJAMIENTO COGNITIVO Y ORIENTE LA REESTRUCTURACIÓN CONCEPTUAL.

Los alumnos reflexionan y concilian las diferencias entre sus concepciones y la teoría científica.

<sup>9</sup> Davis, Joan. "Conceptual Change." In M. Orey (Ed), *Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology* (2001). Retrieved 1, August 2013 from Web. <<http://projects.coc.uga.edu/epitt/>>.

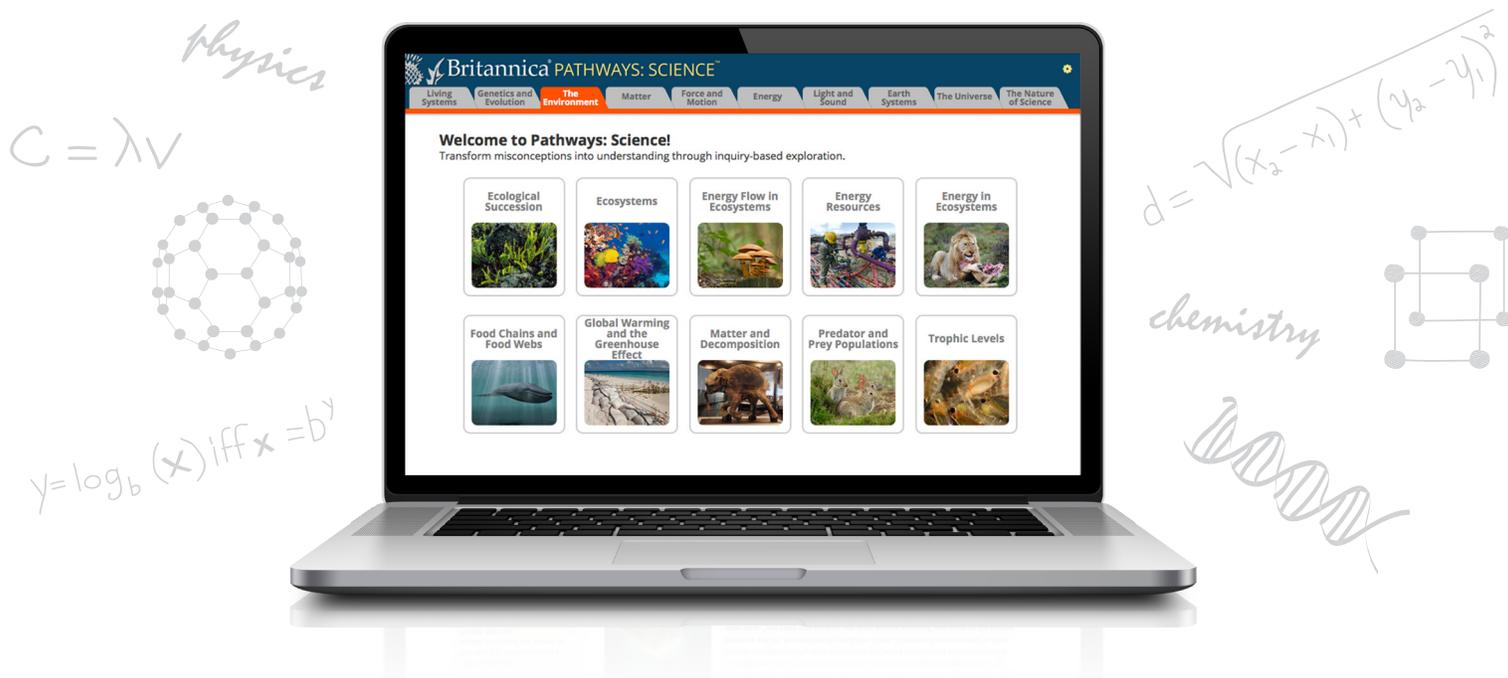


# EL PAPEL DE LA INVESTIGACIÓN EN EL CAMBIO CONCEPTUAL.

Para facilitar el proceso de cambio conceptual, los maestros deben fomentar el pensamiento crítico. Es importante cambiar el enfoque de la enseñanza centrada en el profesor al aprendizaje centrado en el estudiante, que ocurre cuando se incorpora la investigación en el aula de ciencias. La investigación, que se define como la búsqueda de la verdad, la información o el conocimiento por medio del cuestionamiento, es un enfoque dinámico que implica la exploración del mundo haciendo preguntas, descubriendo diferentes cosas y probando rigurosamente esos descubrimientos en la búsqueda de nuevos conocimientos.<sup>10</sup>

Al participar en la investigación, los estudiantes describen los objetos y eventos, hacen preguntas, construyen explicaciones, prueban esas explicaciones contra el conocimiento científico actual y comunican sus ideas a los demás. Identifican sus suposiciones, utilizan el pensamiento crítico y lógico y consideran explicaciones alternativas. De esta manera, los estudiantes transforman sus ideas erróneas en conocimiento concreto mediante la combinación del conocimiento científico con la capacidad de razonamiento y de pensamiento crítico.

La siguiente sección ilustra cómo *Pathways: Science* incorpora el proceso de investigación para impulsar el cambio conceptual en los estudiantes de ciencias de la escuela secundaria.



## FOMENTANDO LOS CAMBIOS CONCEPTUALES PATHWAYS: SCIENCE

Como se comentó anteriormente, ayudar a los estudiantes a corregir los conceptos erróneos puede ser un proceso difícil, incluso para los más competentes maestros. Los estudiantes necesitan la oportunidad de confrontar y examinar su propio pensamiento, hacer sus propias predicciones y resolver los conflictos que surgen a través de la exploración basada en la investigación. *Pathways: Science* fue diseñado para ayudar a los maestros a iniciar conversaciones con los estudiantes de la secundaria acerca de lo que están pensando y por qué lo hacen, facilitando el debate y guiando a los estudiantes a una comprensión conceptual más precisa de los conceptos científicos de diversos temas de la Biología, la Química y la Física.

<sup>10</sup> Zirbel, Esther L. "Teaching to Promote Deep Understanding and Instigate Conceptual Change" (2006). Web. <<http://cosmos.phy.tufts.edu>>.

## FOMENTANDO LOS CAMBIOS CONCEPTUALES PATHWAYS: SCIENCE



*Pathways: Science* utiliza un sistema de prueba interactivo con el fin de corregir ideas previas que los estudiantes puedan tener sobre determinados temas científicos. El portal tiene más de 100 lecciones interactivas que cubren 10 temas científicos.

**1**

1

**PREDECIR.** Los estudiantes utilizan su conocimiento previo para formular una explicación sobre un evento o una idea sobre un concepto.

2

**INVESTIGAR.** Los estudiantes pueden usar artículos, imágenes y videos directamente en el portal para apoyar o contradecir sus predicciones. Las anotaciones de los estudiantes son capturadas de forma dinámica y se pueden guardar en un organizador gráfico interactivo que permite recuperarlas cuando sea necesario.

3

**CONCLUIR.** Los estudiantes evalúan la evidencia que encontraron y la comparan con sus ideas originales para determinar si están correctas y por qué.

Como complemento al plan de estudios, *Pathways: Science* permite a los profesores crear un ambiente de aprendizaje estimulante para superar las ideas erróneas. Se anima a los estudiantes a reconocer las inconsistencias en su pensamiento, llegar a nuevas conclusiones que tratan mejor los fenómenos científicos que están estudiando, adoptando nuevos conocimientos. Esto los motiva a perseguir áreas adicionales de investigación.

Para más informaciones sobre *Pathways: Science*, por favor comuníquese con:



Tel: (312) 347-7000 | E-mail: latinamerica@eb.com | Web: britannica.es