

¡Mirá!

La playa se llenó de yerba

Las cianobacterias: una oportunidad para jugar a ser científicos

Ezequiel Meiras | Maestro. Montevideo.

*¿Dónde está el niño que yo fui,
sigue adentro de mí o se fue?*
Neruda (1974)

*«La actividad humana, muchas veces, altera los
ciclos de los nutrientes, los elimina de una parte de
la biósfera y los agrega en otra.»* (Campbell y Reece,
2007:1200)

El problema asociado a las floraciones de cianobacterias en Uruguay viene cobrando fuerza desde el año 2000. Sin embargo, el fenómeno alcanzó mayor visibilidad y alerta en el verano pasado. Gran parte de las playas habilitadas para baños dejaron de serlo cuando se tornaron color verde esmeralda, y en la línea de resaca sobre la arena se formó una pasta verde con apariencia de yerba mate. Seguramente, la bandera roja con una cruz verde al centro sea un estímulo suficiente para recordar este infortunio de los bañistas en el verano uruguayo.

Los factores que han desencadenado esta alteración homeostática en el ecosistema son multicausales. Desde elementos del clima que favorecen las condiciones para el desarrollo de microorganismos, hasta el enriquecimiento de nutrientes (eutrofización) de los cursos de agua, consecuencia del uso desmedido de productos químicos de la agricultura (en particular, por el contenido de nitrógeno y fósforo) que, por escorrentía, terminan llegando a ríos, arroyos e incluso al estuario del Río de la Plata.

¿Qué queremos que los alumnos aprendan sobre las cianobacterias?

La complejidad del fenómeno que nos ocupa, obliga a construir límites claros sobre lo que queremos abordar. El presente trabajo propone un acercamiento al tópico en cuestión a partir de los intereses de alumnos de sexto grado de Educación Primaria Común, manifestados en forma de preguntas.

Al momento de enseñar ciencias naturales, el docente dispone de una amplia gama de modelos didácticos. La producción actual de varios autores referentes en el área (Harlen, 2007; Furman, 2008; Gellon *et al.*, 2018) aporta argumentos a favor del modelo de enseñanza por indagación. Es en este marco que intentan inscribirse las ideas aquí expuestas, pensando la práctica a partir de diferentes aportes teóricos.



Estimular el desarrollo del pensamiento científico

El modelo didáctico elegido guarda coherencia con la enseñanza que busca desarrollar el pensamiento científico. Según Furman (2008), este tipo de pensamiento supone el dominio de competencias científicas (Furman y Podestá, 2009), entre ellas se invita al lector a pensar en la formulación de preguntas y el diseño de experimentos para responderlas a partir de situaciones de clase surgidas en el estudio de las cianobacterias.

Cianobacterias, ¡a clase!

De acuerdo al modelo didáctico al que nos ajustamos, acercamos a los alumnos al objeto de estudio a partir del intercambio de ideas previas. Algunos posibles disparadores son: diferentes fotografías de playas que fueron invadidas por cianobacterias; una imagen de la bandera sanitaria que flameó en muchas playas de nuestro país; una de las tantas noticias que se publicaron en el verano sobre el impacto de estos microorganismos.

Enseñar a preguntar

En la tarea de conocer qué saben los alumnos y de definir qué se desea aprender del tópico presentado, resulta enriquecedor cambiar las tradicionales reglas del juego, es decir, que los alumnos pregunten. Formular preguntas no es una competencia espontánea ni natural; por lo tanto, debe ser enseñada.

«En el aula, al igual que en la ciencia profesional, es importante fomentar en los alumnos el arte de hacer preguntas que conduzcan a investigaciones; en este sentido lo importante no es solo la pregunta sino la forma en que se plantea. Muchas veces sucede que preguntas muy interesantes están formuladas de tal manera que no conducen a experimentos claros.» (Gellon et al., 2018:83)

Como estrategia, Anijovich y Mora (2009) proponen el “parafraseo” de los aportes de los alumnos, transformando parte de sus afirmaciones en preguntas.

Alumno: –Las cianobacterias aparecen con el calor del verano.

Docente: –Entonces, ¿nos estás diciendo que si cambia la temperatura pueden morir? ¿Cómo podemos averiguarlo?

En el ejemplo anterior, la reformulación del docente es una pregunta investigable. Con respecto a esto, Harlen (2007) emplea tal expresión para referirse a aquellas preguntas que se pueden responder empíricamente, es decir, a través de un experimento o de observaciones. Con base en esta idea, los alumnos pueden trabajar en dinámicas grupales, escribiendo todas las preguntas sobre lo que les gustaría investigar del objeto de estudio. En un espacio posterior, junto al docente, podrían elegir aquellas que permiten diseñar un experimento o una observación para ser contestadas. Un punto en común entre los autores referenciados es la sugerencia de cambiar *por qué* por *cómo*: buscar mecanismos suele resultar más simple (en sentido empírico) que hallar causas.

En la formulación de preguntas se suele apuntar a 'respuestas binarias' mediante preguntas fácticas o de carácter cerrado (Harlen, 2007). Lo importante es fomentar en los alumnos el hábito de pensar posibles formas de recoger evidencias para dar respuestas a las interrogantes formuladas.

Pregunta fáctica: ¿Las cianobacterias se reproducen?

Pregunta investigable: ¿De qué manera comprobamos si las cianobacterias se reproducen?

Ante la pregunta "**¿qué son?**", el docente interviene para recordar la clasificación más rudimentaria del ecosistema: componentes con vida y componentes sin vida. Inmediatamente, los alumnos reformulan la interrogante: **¿Son seres vivos? ¿Qué hacemos para saberlo?** –Podríamos observarlas para saber si se comportan como seres vivos.

Esta se convierte en una de las propuestas más aceptadas por el alumnado. El docente pregunta: –¿Y cómo se comportan los seres vivos? Casi por unanimidad, responden: –La mayoría de los seres vivos se mueven. Debido a que nadie plantea objeciones a partir de suposiciones, no se sigue problematizando la lógica de los alumnos. Se organiza una actividad de observación en dos niveles: macroscópico y microscópico. Para la primera práctica se proporcionan lupas y los alumnos confeccionan una guía de observación (color, forma, consistencia, comportamiento cuando se agita la muestra, ubicación de las cianobacterias en la mezcla con agua, etc.). Las observaciones al microscopio se fotografían a un aumento de cuatrocientas veces. Al finalizar la actividad, todos han observado, dibujado y redactado descripciones. Sin embargo, nadie obtiene evidencias sólidas para responder a la pregunta inicial. ¿La conclusión? Falta información para organizar las observaciones.



Antes de experimentar u observar, se necesita información

Se parte del reconocimiento de lo complejos y diversos que son los seres vivos. Antes de pensar en diseños experimentales, los alumnos requieren información para tomar decisiones sobre qué característica propia de "lo vivo" van a controlar. Así, esta pregunta habilita el desarrollo de una actividad en tres grandes fases:

1. Intercambio y registro de ideas previas sobre las cualidades que comparten los seres vivos.
2. Búsqueda de información sobre las características de "lo vivo".
3. Intercambio de resultados en la búsqueda de información y acuerdo de aquellas características más accesibles para observar/controlar en las cianobacterias, según los recursos de la institución.

De las características halladas, se seleccionan las más comunes en las fuentes de información: *están compuestos por células, crecen y se desarrollan, regulan sus procesos metabólicos, responden a estímulos, se reproducen, las poblaciones evolucionan y se adaptan al ambiente*. Algunos conceptos requieren, a su vez, una búsqueda aparte para aclarar significados.

La suposición más aceptada es que si se cuenta con una muestra real de cianobacterias, será más simple poner a prueba la reproducción ya que esta tendrá efectos visibles en cuanto a la cantidad.



Organización del experimento

Un equipo realiza una propuesta muy convincente para la mayoría del grupo: colocar una pequeña cantidad de cianobacterias con agua de la playa en un tubo de ensayo, definir un lapso de tiempo y tomar fotografías de forma progresiva para evaluar posibles cambios. La primera suposición es que si la cantidad aumenta de forma visible es porque las cianobacterias se han reproducido y, entonces, tendríamos evidencias para asegurar que son seres vivos. De a poco aparecen comparaciones con otros organismos: *–Por ejemplo, los hongos de las frutas empiezan siendo unos pocos y se reproducen al punto que cubren toda la fruta.*

Pero... ¿Qué pasaría si...?

«Si los estudiantes no proponen el uso de controles, el docente puede hacer objeciones...» (Gellon et al., 2018:108)

–¿Cómo sabemos si, por la baja temperatura del ambiente, las cianobacterias que ponemos a prueba no se reproducen? Inmediatamente, un alumno propone usar más de un tubo de ensayo (muestra control), y la mitad de ellos ponerlos bajo una lámpara incandescente que provea calor: *–Para asegurarnos que el resultado sea más confiable.* El experimento se pone a prueba y, luego de dos semanas, efectivamente se observa un aumento en la población de organismos en cada tubo de ensayo. *¿Culminamos la investigación aquí? No. ¿Cómo sabemos si solo son capaces de vivir y reproducirse en el agua de la playa?*

Es interesante mostrarles a los alumnos la posibilidad de seguir cuestionando los resultados de un experimento, en suma, ver como influyen las variables en el comportamiento de la naturaleza. Para la pregunta formulada, no solamente se exponen cianobacterias al contacto con otros fluidos (aceite, agua oxigenada, alcohol, agua potable de OSE y agua destilada), sino que surge la pregunta: *–¿Cómo comprobamos si solo viven en líquidos?* Entonces, los alumnos ponen a prueba el comportamiento de estos individuos en otros medios: tierra, arena, harina, etcétera.

Toda pregunta investigable lleva implícitas una o más hipótesis

Para la situación experimental planteada anteriormente, los alumnos construyen una suposición previa: si las cianobacterias solo viven en el agua de la playa, es porque en ella hay alguna propiedad que en el resto de los líquidos no hay. En cambio, si sobreviven en otros líquidos, es porque solo necesitan estar en un lugar húmedo. En palabras de los autores citados, *«una hipótesis no es una adivinanza descabellada, sino una suposición basada en la experiencia previa» (idem, p. 75).* Las suposiciones de los alumnos se basan en conocimientos previos. Saben que hay organismos que viven en determinados medios; por ejemplo, los seres vivos acuáticos no viven en cualquier agua: hay peces de agua salada que morirían si los lleváramos a cursos de agua con menor salinidad.



¿Qué hacemos si la pregunta no surge del alumno?

Furman (2008) propone la construcción de historias; Anijovich y Mora (2009) lo llaman estrategia de enseñanza de corte introductorio. ¿De qué se trata? Por ejemplo, para la pregunta “¿De qué se alimentan las cianobacterias?”, el docente podría comenzar la clase contando una historia ficticia como la siguiente: *En la playa oí a una señora explicándole a su nieto que las cianobacterias no se comen a otros seres vivos, porque se alimentan como las plantas.* A esta introducción le seguirá una pregunta como: *¿Qué hacemos para saber si lo que opina esta señora es cierto?* Pero antes, ¿qué necesitan saber los alumnos para diseñar un experimento que permita responder la pregunta? Sin dudas, lo elemental es conocer cómo se alimentan las plantas, y luego la dependencia de la luz solar que tienen los organismos fotosintéticos. A partir de esto podrían poner a prueba muestras de cianobacterias y de alguna planta acuática, controlando la exposición a la luz solar como variable.

Provocar la pregunta

Otra forma de generar curiosidad y habilitar la formulación de nuevas preguntas, puede ser a través de situaciones reales presentadas por el docente. Por ejemplo, si deseamos que los alumnos se pregunten, hipoteticen e indaguen sobre la forma en que se alimentan las cianobacterias, se podría plantear la siguiente situación:

En la biblioteca dejé el recipiente con cianobacterias que traje de la playa, allí estuvieron durante algunos días y ahora están así (cambiaron de color y tienen un aroma desagradable).





A modo de reflexión

Cuando en el título se advierte que esta propuesta puede significar una oportunidad de jugar a ser científicos, se reconocen dos cuestiones muy importantes. En primer lugar, la diferencia entre la ciencia profesional y la ciencia escolar.

«En la ciencia real, los científicos generan conocimiento nuevo en la frontera de lo que se conoce; mientras que en la escuela los alumnos recorren un camino predeterminado por el docente, con objetivos muy claros, para construir conceptos que la comunidad científica ha validado de antemano.» (Furman y Podestá, 2009:64)

El segundo reconocimiento importante se relaciona con la decisión del docente. El tema tratado en este trabajo podría ser abordado en clase a partir de un texto expositivo y así, como sostienen Gellon *et al.* (2018), se mostraría el conocimiento científico como algo espontáneo generando una imagen falsa de la ciencia real. De otro modo, la enseñanza por indagación contribuye a la construcción de una idea del quehacer científico más ajustada a la realidad: los alumnos se hacen preguntas, construyen explicaciones a partir de lo que saben, diseñan experimentos para poner a prueba sus suposiciones, confrontan puntos de vista, buscan información con un objetivo que sienten propio, participan activamente de los desafíos, alegrías y frustraciones que vive el científico real al que juegan ser, mientras aprenden. 

Referencias bibliográficas

- ANIJOVICH, Rebeca; MORA, Silvia (2009): *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- BONILLA, Sylvia; AUBRIOT, Luis (2019): "Las cianobacterias invaden las playas de nuestro país: ¿qué son estos organismos, de dónde vienen y qué podemos hacer?". Facultad de Ciencias, UdelaR. En línea: https://www.fcien.edu.uy/images/Cianobacterias_divulgaci%C3%B3n_BonillaAubriot_Secion_Limnologia_2019.pdf
- CAMPBELL, Neil A.; REECE, Jane B. (2007): *Biología*. Séptima edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- FURMAN, Melina (2008): Clase 13: "Investigando se aprende. El desarrollo del pensamiento científico a través de indagaciones guiadas". Diplomatura en Enseñanza de las Ciencias. FLACSO. En línea: <https://studylib.es/doc/162188/clase-13--investigando-se-aprende>
- FURMAN, Melina; PODESTÁ, María Eugenia de (2009): *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- GELLON, Gabriel; ROSENVASSER FEHER, Elsa; FURMAN, Melina; GOLOMBEK, Diego (2018): *La ciencia en el aula: Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- HARLEN, Wynne (2007): *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Coedición Ministerio de Educación y Ciencia – Ed. Morata.
- NERUDA, Pablo (1974): *Libro de las preguntas*. Buenos Aires: Ed. Losada.
- SOLOMON, Eldra P.; BERG, Linda R.; MARTIN, Diana W. (2013): *Biología*. México: Cengage Learning Editores.