

## **El desafío de la biosfera: desarrollar el aprendizaje sobre ecología.**

*Adaptación de algunos de los intentos de profesionales por sustentar vida en entornos cerrados, la actividad de la biosfera reta a estudiantes a reconsiderar sus ideas básicas sobre la naturaleza.*

Jim Karlan

**Áreas de conocimiento:** ciencias, matemáticas, arte.

**Conceptos clave:** biodiversidad, adaptación, sostenibilidad, ecología, factores limitadores.

**Habilidades:** resolución de problemas, observación, pensamiento crítico y creativo, investigación.

**Lugar:** interior y exterior.

**Temporalización:** 6 clases de una hora de duración cada una y observación durante varios meses.

Crear lo que crees es necesario para que varias generaciones de arañas puedan vivir en un terrario de 20 litros (5 galones) completamente cerrado.

Estas, aparentemente simples, instrucciones representan un reto que ha cautivado a cientos de estudiantes. Es la llamada actividad de la biosfera. Este ejercicio es una actividad práctica e intelectual, destinada a resolver problemas, centrada en los alumnos y sus preguntas, que ayuda a estudiantes de cualquier edad a profundizar en su entendimiento sobre la ecología. No tiene una duración determinada: puede durar lo que dura una clase o un trimestre entero. Los clásicos exámenes no servirán para evaluar lo que los alumnos aprenden con esta actividad, sino que la evaluación va incluida en las instrucciones. Es una actividad orientada a la acción, con la cual se puede apreciar continuamente el entendimiento del alumno sobre la ecología. Este ejercicio no consiste en obtener resultados predecibles o en que

todos los alumnos lleguen a tener la misma idea al mismo tiempo y de la misma manera, sino que el objetivo llevar a los alumnos a reflexionar, examinar y a reconsiderar su idea sobre la Naturaleza.

El ejercicio de crear una biosfera nació en 1993 como uno de los dos instrumentos de investigación que desarrollé para ayudar a estudiar las teorías y conceptos sobre ecología que tienen los niños.

En este ejercicio participaron 24 alumnos de 5º de primaria y 1º de E.S.O. procedentes de comunidades rurales y urbanas de Nueva Inglaterra. Comencé con una actividad de introducción en la cual pedí a los alumnos que representaran las condiciones naturales que creían



J.W. Karlan

necesarias para preservar varias generaciones de zorros y mantener la diversidad de la fauna y flora.

A este ejercicio le siguió la actividad de la biosfera, que desafiaba a los alumnos a crear las condiciones necesarias para mantener a varias generaciones de arañas.

Esta actividad es una adaptación de varios intentos llevados a cabo para preservar la vida en un entorno cerrado.

Como ejemplo tenemos a Carl Folsum, “who sustained generations of algae for 20 years in a sealed flask” (Kelly: 1990). La Biosfera II intentó preservar ocho seres humanos en un enorme invernadero durante 2 años. La NASA, además, ha creado un globo terráqueo para el escritorio que, aparentemente, puede sostener varias gambas durante más de ocho años. Al igual que la actividad de la biosfera, todos estos modelos de sostenibilidad requieren que sus creadores demuestren sus teorías y conceptos ecológicos principales.

Durante los últimos cinco años, he convertido estas actividades de introducción y las actividades sobre la biosfera en un curriculum sobre ecología que utilizo con alumnos de estudios medioambientales en el Antioch New England Graduate

que se convertirán en educadores medioambientales y profesores de ciencias. El diseño de la actividad de la biosfera está basado en el modelo constructivista por el cual los profesores obtienen el entendimiento de los alumnos, facilitan experiencias que desafían la idea inicial que tienen los estudiantes, “accommodating to new ideas” (Nussbaum y Novick: 183-200).

A continuación podrán comprobar cómo he diseñado la actividad de la biosfera dentro de este marco.

### **Extraer las ideas actuales que tienen los alumnos**

Ausubel afirma que:

“the most important single factor influencing learning is what the learner already knows; ascertain this and teach him accordingly”(Ausubel:1968).

El objetivo de la primera fase de la actividad de la biosfera es emplear la denominada “enseñanza expositiva”, por la cual se descubre el verdadero entendimiento y conocimiento de los alumnos sobre los fenómenos. Pero esto puede ser algo complicado.

Normalmente, tendemos a preguntar al alumno directamente: ¿cómo preservarías una vida humana? Probablemente, menos de un 10% de los alumnos te responderían y principalmente

descubrirías la habilidad que tienen para recitar la definición de la palabra "preservar" en lugar de su entendimiento del concepto.

Me reúno con mis alumnos en un parque público para poner en práctica mi técnica expositiva inicial. Les doy la bienvenida con palas, terrarios de 20 litros, recipientes de plástico de varios tamaños y el siguiente desafío:

Trabajad con un compañero para crear lo que pensáis es necesario para preservar varias generaciones de arañas en un recipiente completamente cerrado. Tenéis que cerrar vuestro recipiente en una hora. A lo largo del trimestre, podréis observar lo que habéis creado.

Muchos de los alumnos se paran a pensar qué hacer durante unos segundos. Otros aseguran que es imposible; otros murmuran que no saben cómo empezar. Algunos realizan una "construcción relámpago" en diez minutos e insisten en que han terminado. Una hora después, los alumnos siguen recogiendo y preparando materiales en los recipientes y hablando con sus compañeros sobre lo que creen que preservará vida en sus sistemas cerrados.

Mientras los estudiantes crean sus biosferas, les pregunto qué están haciendo y por qué. Intento en todo momento que se sientan cómodos expresando todas sus ideas. Les hago compañía mientras ellos observan. Les acompaño a través de los campos, la maleza, a través de arroyos y bajando por barrancos en mitad del bosque.

Pregunto las razones por las que han seleccionado y les pido que expliquen, elaboren y respondan a contra-argumentos. Intento que sepan que es perfectamente normal actuar despacio, pensar en alto y modificar sus respuestas. Así, saben que sus ideas son correctas ya que el único interés que muestro es comprender lo que piensan. Cuando la

primera fase de este ejercicio termina, los alumnos cierran los recipientes que han utilizado, deciden en qué lugar de la clase colocar sus biosferas y me cuentan sus primeras historias sobre la sostenibilidad.

Este ejercicio inicial permite que los estudiantes expresen, tanto verbal como materialmente, lo que piensan sobre cuestiones importantes como: ¿la naturaleza es un objeto o un proceso? ¿Lineal o cíclico? ¿Monocromático o variado? ¿Equilibrado o desequilibrado? ¿Cooperativo o competitivo? ¿Estático ¿o dinámico? ¿Abierto o cerrado? ¿Incluye o excluye a los seres humanos? ¿Masculino o femenino?

Al final, sus historias, que se muestran en las biosferas que han creado y en sus explicaciones, reflejan sus "huellas digitales" conceptuales: sus ideas básicas sobre la naturaleza.

### **Ideas expresadas por los estudiantes**

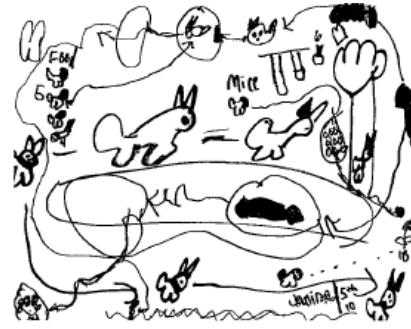
Cuando utilicé este ejercicio con alumnos de 5º y 1er curso, comprendí que muchos de ellos creen que la naturaleza es equilibrada, estable, se auto regula y tiene un propósito. Los alumnos de 5º curso tienden a ver la naturaleza como una serie de eventos lineales diferenciados que no se desvían mucho ni en el espacio ni en el tiempo del "evento original". Parece que los estudiantes de ambos cursos consideran la vida como un objeto en lugar de un proceso. Sus nociones sobre el agua, el aire y los ciclos alimentarios son bastantes precarias. En sus

bocetos, han incluido una mayor cantidad de animales vertebrados que de invertebrados, más animales que plantas y muy pocos, si es que alguno, microorganismos, detritívoros y saprófagos. Desde la perspectiva de los niños, la relación y actividad fundamentales son alimentarse y evitar ser devorado. Los niños casi siempre describen la naturaleza en general, y la fauna y flora en particular, con pronombres masculinos, tanto que empecé a preguntarme si atribuían características masculinas a la naturaleza.

Además de llegar a comprender cómo piensan los niños sobre la naturaleza, he aprendido una lección sobre la enseñanza. Al principio, me sorprendió mucho un comentario que muchos de los participantes en mi investigación hicieron al finalizar la actividad de la biosfera: me dieron las gracias por enseñarles. Pero, "¿por qué?" pregunté. "Lo único que he hecho ha sido preguntaros qué pensáis". No tenía ningún interés en enseñarles nada; no me había dado cuenta de que extracción y aprendizaje son caras de una misma moneda. El propio acto de construir y articular nuestra idea sobre algo y que sea convincente junto a alguien que objetivamente pide elaboración, clarificación y reflexión es un proceso de aprendizaje completo.

### **Desafiar los conceptos iniciales de los alumnos**

No basta sólo con obtener los conceptos sobre ecología de los alumnos. También debemos crear experiencias que desafíen ideas que chocan con la percepción ecológica actual. Para



Realizar un boceto inicial es una de las mejores maneras de extraer las ideas de los alumnos. Estos alumnos de 5º de primaria han representado "las condiciones necesarias para preservar múltiples generaciones de zorros y otros seres vivos". En este ecosistema predominan los vertebrados que comen y evitan ser devorados.

desarrollar estas "ideas contradictorias", los alumnos podrán compartir sus ideas sobre el ejercicio que han llevado a cabo, y tendrán al menos tres oportunidades para abrir y rediseñar sus biosferas e invitándoles a observar cómo un ecólogo crea una biosfera. Al compartir ideas y reflexiones y planear cómo rediseñarlas durante las tres "ventanas de intervención", los alumnos están no sólo desarrollando sus ideas iniciales, sino también las de sus compañeros. Es entonces cuando intento crear una disonancia cognitiva.

Curiosamente, los alumnos parafrasean el enunciado inicial y se preguntan "¿qué necesita una araña para sobrevivir?", así que, les pregunto si hay alguna diferencia entre su versión y lo que les pedí al principio: "crea lo que piensas es necesario para que varias generaciones de arañas puedan vivir".

También les pregunto si el hecho de que las personas piensen que la naturaleza es un proceso o un objeto tiene importancia.

Uno de los grupos de estudiantes añade una esponja

empapada en agua como única suministro de agua para las arañas. Al ver esto, les pido que ayuden a sus compañeros de otro grupo que también intentan crear su reserva de agua pero de diferente manera.

Intento motivar a los alumnos a comparar sus procedimientos con los de otros grupos. Por ejemplo, al ver que algunos grupos cortan las raíces de las plantas para poder colocarlas en sus terrarios y que otros colocan las plantas con todas sus raíces incluidas o

al observar que algunos alumnos están creando cadenas de alimentos en lugar de ciclos alimentarios excluyendo así los microorganismos, saprófitos y detrívoros.

Cuando las biosferas están completamente cerradas, comenzamos analizando el trabajo que ha realizado cada grupo. Para ello, intentamos responder a preguntas como:

¿qué predomina más las plantas o los animales?;  
¿qué especies son las más frecuentes?;  
¿podemos encontrar microorganismos?;  
¿qué idea transmite nuestra biosfera sobre el concepto que tenemos de la naturaleza?



J.W. Karlan

Al observar que los niños describen a los animales según su capacidad para comer y no ser comidos, les pido que traten de explicar de distintas maneras la interacción entre los microorganismos. Intento crear un momento de exposición de conocimientos cuando los niños se refieren a la naturaleza utilizando pronombres masculinos, planteando preguntas como: ¿por qué creéis que

describís los elementos de vuestra biosfera con pronombres masculinos?, ¿en qué os basáis para atribuir características masculinas o femeninas a la naturaleza? También surgen conflictos cuando los alumnos observan como un ecólogo profesional crea una biosfera.

He invitado a Tom Wessels, ecólogo en Antioch New England Graduate School, a crear una biosfera. Los alumnos observan atentamente y modifican sus propios ecosistemas según lo que han aprendido. Escuchar las explicaciones de Tom mientras recogen y organizan los materiales necesarios, hace que los niños reconsideren sus diseños e intenten crear un sistema homo-dinámico: un sistema que no experimenta grandes cambios en el entorno físico.

Así, los alumnos comienzan a reconsiderar su tendencia inicial a saturar la tierra y cambian algunas de las plantas que han utilizado por otras especies que no necesitan tanto consumo de agua.

Además, añaden plantas perennes (musgo, líquen y plantas herbáceas que mantienen sus hojas todo el año, como milenrama o plátano) para así poder evitar grandes cambios en los niveles de dióxido de carbono y oxígeno,

que provocarían que las plantas se volvieran aletargadas. Otra medida que toman es la de reducir la cantidad de microorganismos que respiran para evitar demasiada cantidad de dióxido de carbono. Teniendo en cuenta la segunda ley de la termodinámica, intentamos minimizar el porcentaje al que la energía de sus biosferas se agotaría. “ And they return to their biospheres aware of an ecologist’s effort to create a complex network of cyclical interrelationships and connections that are in constant transformation” (Callicott:1986, Lewes:1895, Osgood: 1873, Oliver: 1988, Oliver y Greshman: 1989, Shepard:1957).

El ejercicio de la biosfera también comporta conflictos morales. “Every class debates the ethics of an exercise that condones the confinement of organisms for the sake of education” (Karlson: 1992).

Podemos encontrar una gran variedad de puntos de vistas incluso en grupos de de personas aparentemente homogéneos, como por ejemplo mis alumnos de estudios medioambientales y científicos. Esta variedad también provoca una

disonancia que a su vez expande la visión moral de los alumnos. Al tener la posibilidad de devolver en cualquier momento todo lo que han recogido, los alumnos se ven en la situación de determinar la evolución de su propia responsabilidad moral. Por otra parte, los alumnos que se oponen a realizar este ejercicio basándose en razones morales, colaboran conmigo en el diseño de un plan curricular alternativo que cumpla con mis objetivos y, a la vez, no comprometa su posición moral.

Uno de los alumnos, el objeto de conciencia, hizo de reportero. Se dedicó a observar y entrevistar a sus compañeros mientras construían sus biosferas. Publicó una revista semanal en la que incluyó sus ideas y reflexiones y las de sus compañeros respecto al valor pedagógico y ecológico de este ejercicio.

## Guía para el ejercicio de la biosfera

El mejor momento para llevar a cabo esta actividad es al comenzar una unidad didáctica sobre ecología, Ciencias medioambientales o ciencias de la salud.

**Temporalización:** 6 clases de 1 hora. Repasos y revisiones en los meses siguientes.

**Material:** (grupos de 2 alumnos) 1 ó 2 espátulas, 1 pala, de 2 a 4 recipientes de plástico pequeños, 1 recipiente de 20 litros de plástico y con tapa (disponible en empresas proveedoras para biología), 1 trozo de plástico para tapar el recipiente, cinta adhesiva, agua (tratada y sin tratar).

### Cómo construir una biosfera

1. Llevar a los alumnos a un lugar donde puedan recoger el material necesario para sus biosferas (parque, campo, etc.) Una vez allí, explícales lo que van a hacer: crear el entorno apropiado para que varias generaciones de arañas puedan vivir en un recipiente completamente cerrado. También es importante encontrar las arañas adecuadas con las que queramos trabajar.

Nota: para conseguir el objetivo de “extraer” los conocimientos de los alumnos, deben comenzar el ejercicio sin discutir entre ellos sus ideas sobre la sustentación de vida.

2. Cuando han terminado de construir sus biosferas (alrededor de 1 hora), coloca un trozo de plástico transparente sobre la abertura del recipiente y ciérralo utilizando cinta adhesiva.

**Observación:** la observación es esencial. Pregunta a tus alumnos qué creen que deben observar e intenta que comparen sus biosferas con las de sus compañeros cada 3 a 7 clases.

**Abrir y modificar:** intenta que los chicos abran sus biosferas en al menos 2 ocasiones para que puedan aplicar lo que han ido aprendiendo sobre la sustentación de vida. El mejor momento para llevarlo a cabo es justo después de haber leído algún artículo sobre Biosfera II, haber visto alguna película y/o haber observado cómo un ecólogo profesional crea una biosfera. Así, los alumnos pueden utilizar todo aquello que crean necesario para modificar sus ecosistemas.

Si los alumnos no están a gusto realizando esta actividad, siempre pueden devolver los materiales que han utilizado a su lugar de origen.

**Costumbres y riesgos:** todos los alumnos pueden tener tendencia a utilizar demasiada agua, plantas aletargadas, demasiada tierra, biodiversidad o sol.

- Las plantas aletargadas pueden condicionar los niveles de dióxido de carbono y oxígeno.
- Demasiada agua puede conducir a una mayor actividad fúngica.
- Demasiada tierra contiene demasiados microorganismos que pueden producir demasiado dióxido de carbono.
- Demasiada biodiversidad puede llevar a círculos de retroalimentación insostenibles.
- Demasiado sol lleva a grandes cambios de temperatura.

Los alumnos puede intentar trabajar con arañas del orbe, pero éstas dependen sobre todo de insectos voladores que son difíciles de preservar en un recipiente cerrado.

**Diseños óptimos:** lo mejor es intentar crear un entorno óptimo que contenga aire, agua, nitrógeno ciclos de nutrientes en niveles relativamente estables. Un entorno inestable provocaría que todo un sistema cerrado se colapsase.

- Las arañas más apropiadas para este ejercicio son, por ejemplo, la araña saltadora o la araña lobo.
- Las plantas deben ser perennes, ya que mantienen sus hojas durante todo el año y no necesitan mucha agua, por ejemplo: musgo, líquen y plantas herbáceas como milenrama o plátano.
- Debemos mantener la biodiversidad al mínimo.
- Debemos incluir refugio para depredadores y presas.
- Es recomendable colocar la biosfera en un lugar de sol y sombra, con una temperatura más o menos constante de 20°C (70°F).



J.W. Karlan

¿Es realmente factible? El verdadero objetivo y valor de este ejercicio está en la enseñanza de los principios de la ecología y no en crear con éxito una biosfera que funcione. Sin embargo, es interesante saber que, para poder sustentar múltiples generaciones de arañas durante varios años, debería utilizarse un recipiente del tamaño de un campo de fútbol. Un entorno cerrado sería finalmente destruido por la entropía, la segunda ley de la termodinámica.



### **Acomodación de conceptos**

"Resolution of discrepancies" (Brooks y Brooks: 1993) es uno de los objetivos fundamentales de un alumno. Pero no es suficiente con crear situaciones de conflicto, especialmente dada nuestra tendencia a ajustar todo lo que nos rodea a nuestras ideas preelaboradas. La tercera fase de este modelo constructivista de aprendizaje consiste en la acomodación cognitiva. Para acomodar nuevas ideas, es necesario que los alumnos modifiquen su marco conceptual para que sean capaces de resolver cualquier conflicto o discrepancia existente entre sus ideas originales e ideas contradictorias, razonables y plausibles. Los alumnos recogen información nueva y reconsideran su idea original sobre la ecología al darse cuenta de que las biosferas que han creado responden a los cambios y al hacer frente diferentes propuestas de sus compañeros, ecólogos, películas, libros, etc. Por esto, he diseñado varios métodos para que los alumnos sean capaces de acomodar los tres conceptos clave de la ecología: proceso, ciclo y biodiversidad.

### **Acomodación del proceso**

¿Cómo facilitaríamos la visión de un proceso? Whorf propone que:

"every language binds the thoughts of its speakers by the involuntary patterns of its grammar (...) Languages differ not only in how they Guild their sentences but in how they break down nature into the elements to put into those statements" (ver Oliver y Greshman: 1989).

Por ejemplo, los hablantes de inglés conectan los verbos con un sujeto. Así, según Whorf:

"English and similar tongues lead us to think of the universe as a collection of detached objects of different sizes (...) Thus as goes our segmentation of our face

of nature, so goes our physics of the cosmos" (ver Oliver y Greshman: 1989).

Sin embargo, en la lengua hopi predominan los participios y gerundios, lo que supone un reflejo de la cosmología hopi, centrada en las relaciones, ocasiones y acontecimientos en lugar de atributos.

Según Whorf, un angloparlante diría:

<<"a light flashed", setting up an actor, "light," to perform what we call an action, that is, "flashing." Yet the flashing and the light are one and the same! The Hopi language reports the flash with a simple verb *ri-pi* "flashed (occurred)" (ver Oliver y Greshman: 1989).

Crear una lengua que se basa en procesos requiere mucha habilidad. He podido comprobarlo hace poco, cuando unos amigos me preguntaron qué había hecho ese día y contesté: "he arreglado mi vestidor y puesto unas puertas". Me limité a describir objetos simples. Cuando me expresaba más mediante procesos, decía: "he creado un proceso por el cual mi perro y mis gatos pueden elegir dónde les apetece estar. Por eso he instalado una puerta para mascotas". De la misma manera, convertir una puerta corredera de tela metálica en una puerta batiente no significa crear una puerta, sino crear un proceso por el cual mis hijos puedan entrar y salir sin que me tengan que aguantar repitiendo que tengan cuidado al cerrar la puerta para no romper la tela metálica.

Un plan de estudios de ecología debe ayudar a los alumnos a mejorar su "visión de los procesos", es decir, su habilidad para observar cualquier objeto y visualizar una selección compleja de procesos que juegan distintos papeles en la sustentación de las distintas comunidades. Por ejemplo, un lápiz dejaría de ser un lápiz para convertirse en una síntesis de celulosa, lignina, goma, metal y grafito – materiales que se encuentran en constante transformación. Estos materiales se van convirtiendo poco a poco en algo más que "lápiz".

---

*Un plan de estudios de ecología debe ayudar a los alumnos a mejorar su "visión de los procesos", es decir, su habilidad para observar cualquier objeto y visualizar una selección compleja de procesos que juegan distintos papeles en la sustentación de las distintas comunidades.*

---

Cada uno de estos recursos es una historia de transformación de la materia y energía y de la relación de las personas con el medioambiente. Perder el hábito de "cosificar" la naturaleza no es fácil. Muchas veces, hablando con mis hijos, he utilizado la expresión más común: "Eso es un roble", "ahí hay una hormiga", "eso es un petirrojo". Mis hijos pensarán de manera distinta si en lugar de poner nombres a la naturaleza dijera: "¿qué está pasando?, ¿de dónde vendrá y a dónde irá ese pájaro? Me pregunto de qué manera ayuda a sustentar vida". Como afirman Margulis y Sagan, "ecology curriculum should teach about life as a verb as well as a noun". (1995) Debería tratar a un zorro como un objeto individual: un predador de cuatro patas y color rojizo, que vive en el bosque, a la vez que es manifestación y razón de ser de múltiples procesos: aire, agua y ciclos orgánicos e inorgánicos, cuya interacción mutua es el significado de la vida.

## **Acomodación del ciclo**

Chiras afirma:

"we need a co-operator's manual that teaches us how to fit into the cycles of nature's economy" (1992).

Para Chiras, el ciclo "is one of the essentials lessons we can learn from nature [that] comprise the biological principles of sustainability"

Shannon, una alumna de 12 años, expresa su incertidumbre cuando dice:

"the trees have something to do with oxygen... I think. I've heard from people that if we didn't have trees we wouldn't have air. And I don't know the reason for that. I don't know if I relieve it, because, I mean, I don't know enough about it to relieve it or not believe it".

La representación en la pizarra del ciclo del aire y del agua no es suficiente para resolver las dudas de Shannon.

Lo que necesitamos es estimular a los alumnos a hacer preguntas sobre los ciclos, como por ejemplo: qué ocurre cuando una araña, una hormiga o un árbol muere, qué factores facilitan o impiden la descomposición, qué clase de abono puede utilizarse para nutrir una jardín en la clase, cuál es el recorrido – de principio a fin - de los objetos cotidianos y de qué manera su proceso, uso y eliminación forman parte de un sistema cíclico. El mejor plan de estudios que podemos diseñar debe permitir que los alumnos puedan presenciar de primera mano el proceso cíclico y deducir: "how a forest can eat itself and live forever" (Kingsolver 1998).

### **Acomodación de la biodiversidad**

Otro punto que me preocupa es la ausencia de microorganismos e invertebrados en las biosferas que los participantes han creado, porque sin su presencia y actividad, cualquier actividad biológica cesaría. Kellert afirma que:

“As invertebrates represent more than 90 per cent of the planet's biological diversity, they perform most of the critical ecological functions of pollination, seed dispersal, parasitism, predation, decomposition, energy and nutrient transfer, the provision of edible materials for adjacent tropic levels, and the maintenance of biotic communities through mutualism, host-restricted food webs and a variety of other functions and processes” (1993, p.47).

Los programas de estudio también deberían exponer a los alumnos a este magnífico micromundo de seres que habitan nuestros propios cuerpos, las aulas, cada gota de agua y cada partícula de tierra. Los alumnos puede observar y experimentar con microorganismos de manera que su sentido de la biodiversidad se amplíe y les ayude a concebir la naturaleza como algo más que un “quién devora a quién”.

Los microorganismos son un factor fundamental en la naturaleza, según Margulis y Sagan “they are critical regulators of the Earth's atmosphere, hydrosphere and lithosphere” (1995) hecho que podemos comprobar si

escogemos dos biosferas y esterilizamos la tierra de una de ellas.

Es necesario que los alumnos conozcan el papel que estos seres juegan en la sustentación de la vida y cómo la actividad humana influye en ellos. Deberíamos contar a nuestros pequeños historias que les enseñen este mundo paralelo; deberíamos mirar una hoja caída de un árbol y ser capaces de decirles: "es increíble el hecho de que hay más criaturas viviendo en esta hoja que niños en una clase". Además, es imprescindible el uso de una herramienta olvidada desde que los ordenadores comenzaron a dominar la tecnología: el microscopio.

### **Currículum significativo**

El ejercicio de la biosfera es un método muy productivo para profundizar en el entendimiento que tienen los alumnos sobre cuestiones como qué es necesario para sustentar vida animal no humana. Hoy en día, crear un currículum sobre ecología significativo no es nada fácil. Aún nos queda mucho camino por recorrer, pero la educación dedicada a la enseñanza de la ecología puede ser nuestra mejor arma contra el cambio climático, la destrucción del hábitat natural y la pérdida de la biodiversidad.

*Jimmy Karlan es director del Programa de Certificación de Profesor de Ciencias y Biología y es director académico de los programas de master en el departamento de Estudios Medioambientales en Antioch New England Graduate School, Keene, New Hampshire.*

## REFERENCIAS

- Ausubel, D. P. (1968) *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Brooks, J.G. y M.G. Brooks. (1993) *In search of understanding: The case of constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association of Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Calicott, J.B. (1986) The metaphysical implications of ecology. *Zygon Journal of Religion and Science*, 4, (8), 301-16.
- Chiras, D.D. (1992) *Lessons from nature: Learning to live sustainably on the earth*. Washington, D.C.: Island Press.
- Karlan, J.W. (1992) Aquariums in the classroom. *Connect, mayo/junio*, Teachers' Laboratory, Inc.
- Kellert, S.R. Biological basis for human values of nature. En S.R. Kellert y E.O. Wilson (Eds.) *The biophilia hypothesis* (p. 47). Washington, D.C.: Island Press.
- Kelly, K. (1990) Biosphere II: An autonomous world, ready to go. *Whole Earth Review*, 67, 2-13.
- Kingsolver, B. (1998) *The poisonwood bible*. Harper Flamingo.
- Lewes, G.H. The story of Goethe's life. Boston: Houghton, Mifflin, 1895.
- Margulis, L. y D. Sagan. (1995) *What is life?* New York: Simon and Schuster.
- Nussbaum, J. y Novick S. (1982) Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 2, 183-200.
- Oliver, D. (1988) Introduction and overview. *Process Studies*, 4, (17), 209-14.
- Oliver, D. y K.W. Greshman. (1989) *Education, modernity, and fractured meaning: toward a process theory of teaching and learning*. New York: State University of New York Press.
- Osgood, J.R. 1873.
- Shepard, P. (1957) A theory of the Value of Hunting. 24<sup>th</sup> North American Wildlife Conference, (pp. 505-506).