

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/39151502>

Las bases de orientación : un instrumento para enseñar a pensar teóricamente en biología

Article · January 1998

Source: OAI

CITATIONS

26

READS

7,746

2 authors, including:



[Neus Sanmartí Puig](#)

Autonomous University of Barcelona

133 PUBLICATIONS 3,268 CITATIONS

SEE PROFILE

Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente en biología

M. Pilar García Rovira
Neus Sanmartí
Dpt. de Didáctica de les
Matemàtiques i de les
Ciències Experimentals. UAB

Para aprender ciencias además de conocer teorías y conceptos científicos, se requiere ser capaz de usarlos para explicar los fenómenos de la naturaleza. Ello implica aprender, al mismo tiempo, un conjunto de habilidades y estrategias que caracterizan el lenguaje de la ciencia. En este artículo se propone el uso de un instrumento, las bases de orientación, para enseñar a las alumnas y alumnos a usar este lenguaje. Se ofrecen distintos ejemplos con el fin de ilustrar las posibilidades que ofrece este instrumento en situaciones didácticas diversas.

Orientation basis, an instrument to teach theoretical thinking in Biology

In order to learn sciences as well as knowing theories and scientific concepts, we need to be able to use them to explain phenomena in nature. This implies learning a collection of abilities and strategies at the same time that characterises the language of the science. In this article we propose the use of an instrument, the basis for orientation. In order to teach students to use this language, we offer distinct examples with the aim of illustrating the possibilities that this instrument offers in diverse didactic situations.

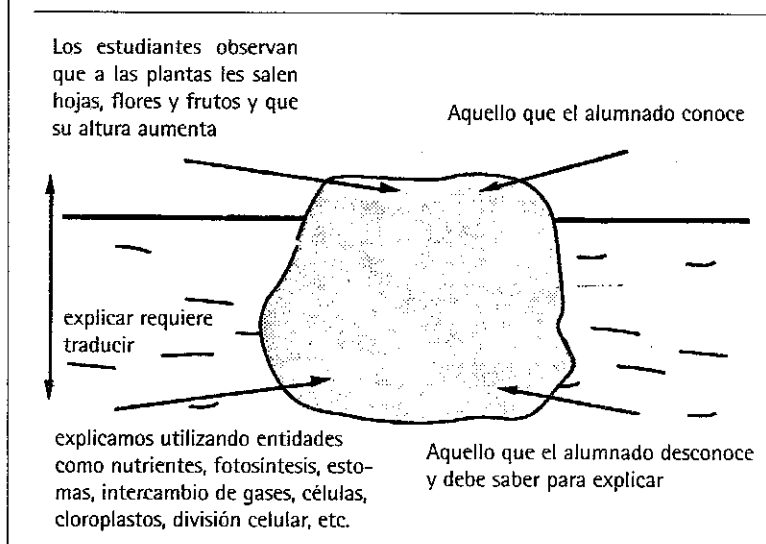
Introducción

Uno de los objetivos de la ciencia es interpretar los fenómenos de la naturaleza. Para ello los científicos inventan teorías que den significado a las observaciones realizadas en relación a dichos fenómenos. Aprender a utilizar este pensamiento teórico, característico de la ciencia, supone una gran dificultad para los estudiantes y es tarea del profesorado ayudarles a superarla.

¿Cuáles son las causas de esta dificultad? Sin duda la cuestión es compleja pero una de ellas reside en el hecho de que una explicación científica implica identificar «entidades» (Ogborn y otros, 1996) que forman parte de un determinado modelo teórico, e implica también relacionar significativamente dichas entidades entre sí y con los hechos observados. Estas «entidades» son constructos que sólo tienen sentido en el marco de cada ciencia y, al no ser intuitivas, el alumnado debe aprenderlas en la escuela. Así, por ejemplo, al observar una roca, un geólogo «ve» fundamentalmente su origen magmático, sedimentario o metamórfico, mientras que un químico «ve» átomos, iones y otros tipos de partículas. Por su parte, un estudiante «ve» su color, su forma u otros aspectos que para los expertos, en cambio, tienen escasa relevancia.

De hecho cada ciencia «inventa» un gran número de conceptos-entidades para describir e interpretar los fenómenos. Por ello el profesorado espera que el estudiante hable, por ejemplo, de magmas, cristales, estructuras, tiempo geológico, etc. y no de colores y formas. «Ver»

Figura 1. Una explicación es como un iceberg: «¿Por qué crecen las plantas?»



estas otras cosas y usarlas para explicar, requiere «mirar» los objetos y los fenómenos desde el punto de vista teórico, y ello implica enseñar otras formas de «mirar» y de «ver». Estas otras formas de «ver» requieren el uso de palabras y expresiones propias de la ciencia. Dicho de otra manera: es necesario enseñar a «hablar ciencia».

A menudo, para el profesorado, que es experto en su materia, es difícil reconocer las dificultades del alumnado en la utilización del lenguaje propio de la ciencia. Sin embargo, una explicación científica es como un iceberg: se observa el crecimiento de una planta y aunque los estudiantes ven que les salen más hojas, flores, frutos, el docente espera que hablen de nutrientes, fotosíntesis, estomas, intercambio de gases, células, cloroplastos, división celular, etc. (figura 1).

Para «hablar inglés» no basta con conocer el vocabulario y la gramática, requiere también saber establecer relaciones significativas entre las palabras y utilizarlas en el contexto apropiado, es decir, conocer su semántica. De la misma manera, aprender a «hablar ciencia» requiere también aprender un lenguaje específico, y es un reto con el que nos enfrentamos los profesores y profesoras de ciencias (J.L. Lemke, 1997).

Para poder «hablar biología» no basta con conocer el vocabulario científico y saber definir los distintos términos. Aunque los alumnos y alumnas sean capaces de definir los conceptos de hongo, heterótrofo, saprófito y ser vivo, ello no presupone que al mostrarles un pedazo de pan enmohecido puedan explicar este fenómeno como el resultado de la actividad de un ser vivo, el moho del pan. Necesitan muy especialmente «ver» que, cuando la temperatura y la humedad ambientales son adecuadas, unas esporas (células reproductoras microscópicas) trans-

portadas por el aire, puede utilizar materia orgánica -el pan- como alimento, ya que son saprófitos. También necesitan «ver» que la modificación de las propiedades del pan (olor, sabor, color, textura...) es el resultado de la nutrición del hongo que, al intercambiar materia -nutrientes del pan y oxígeno, dióxido de carbono y sustancias de desecho- y energía -la energía química de enlace de los compuestos orgánicos del pan- con el medio, obtiene primeras materias y energía para crecer -por división celular-, y al hacerlo modifica el medio, es decir, el pan deja de ser pan.

Para poder elaborar una explicación de este tipo es necesario no sólo utilizar conceptos sino también aplicar estrategias de pensamiento como, por ejemplo, de categorización (incluir al moho del pan en el conjunto de los seres vivos y en el subconjunto de los hongos, identificar características relevantes), de formalización (relacionar aspectos macroscópicos y microscópicos), de conservación-cambio (reconocer cambios en las propiedades del pan, crecimiento del moho), de interpretación (la descomposición como el resultado de la nutrición) y de modelización (interpretar las observaciones utilizando el modelo «ser vivo»).

Para ayudar a los alumnos y alumnas a ser capaces de explicar un hecho científicamente, nos ha resultado de gran utilidad enseñarles a utilizar y elaborar «bases de orientación». Como veremos en el siguiente apartado, este instrumento facilita el reconocimiento de las «entidades» que caracterizan cada concepto y promueve el desarrollo de estrategias necesarias para establecer relaciones significativas entre hechos y conceptos, y entre los mismos conceptos.

Las bases de orientación: ¿Qué son, para qué sirven y cómo se construyen?

La «base de orientación» es un instrumento ideado para promover que el alumnado desarrolle su capacidad de anticipar y planificar las operaciones necesarias para realizar una acción. A través de ella se pretende que explicita los procesos que se deben realizar o que se han realizado al ejecutar una tarea, o las características que permiten definir un modelo o un concepto.

Por ejemplo, para ser capaces de elaborar una cadena trófica, los alumnos y alumnas deben utilizar los conceptos de productor, consumidor primario y secundario, reconocer de qué se alimenta cada especie animal, conocer los convenios que utilizan los científicos para representarla, etc. Generalmente, en el aula se realizan actividades para introducir estos conceptos, estrategias y reglas, y se supone que el alumnado es capaz de aplicarlos. Pero para ello también es necesario enseñarle a sintetizar dichos conocimientos de la forma más general y abs-

tracta posible. La base de orientación ayuda a desarrollar la habilidad de seleccionar las características relevantes y a anticipar un plan de acción. La figura 2 recoge una base de orientación sobre «cómo construir una cadena trófica» elaborada por una alumna.

Una forma útil y eficaz de elaborar una base de orientación consiste en promover que el alumnado se formule preguntas del tipo:

- ¿A qué categoría pertenece la actividad planteada? (identificación del problema)
- ¿Por qué debe realizarse esta tarea? (motivo de la tarea)
- ¿Qué se quiere conseguir con la realización de esta actividad? (objetivo)
- ¿Qué estrategias se pueden adoptar para resolver la situación planteada? (posibles formas de resolver la actividad)
- ¿Qué operaciones se deben realizar para aplicar cada estrategia y por qué? (operaciones)
- ¿En qué orden han de realizarse dichas operaciones?
- ¿Qué conocimientos se precisan para efectuar de manera consciente estas operaciones? (contenidos de la base de orientación)
- ¿Cuál es el resultado esperado de las operaciones proyectadas?

Es importante que las bases de orientación las construyan los mismos alumnos y alumnas en actividades conjuntas con el profesorado y con los otros compañeros y compañeras, y que dichas actividades estén propiciadas por situaciones didácticas que favorezcan la interacción en el aula. Ello conlleva que pueden haber muchas bases de orientación distintas para resolver el mismo problema, ya el que el nivel de abstracción y síntesis de cada estudiante es diferente. Los ejemplos de las figuras 3 y 3' muestran cómo resuelven la misma tarea distintos estudiantes, y ponen de manifiesto que su construcción es personal y que a un determinado alumno o alumna puede serle inútil la realizada por otros compañeros o compañeras.

Sin embargo, en algunas situaciones creemos que es conveniente dar a los estudiantes la base de orientación elaborada, especialmente en el caso de bases conceptuales. En estos casos es muy importante haber construido anteriormente el concepto con los alumnos (es decir, no deben ser dadas como «recetas»), aprender a aplicarlas a situaciones diversas y a elaborar otras para conceptos de la misma categoría (ver figuras 4 y 5).

Generalmente, las bases de orientación elaboradas por los alumnos necesitan ser evaluadas y reguladas. Para ello es útil promover la autoevaluación de la propia producción o la evaluación mutua entre el alumnado, a partir de criterios consensuados en el propio grupo-clase (ver figura 6).

Figura 2. Base de orientación. Categoría: «Construir una cadena trófica». Ejemplo realizado por una alumna de 1º de BUP

OPERACIONES:

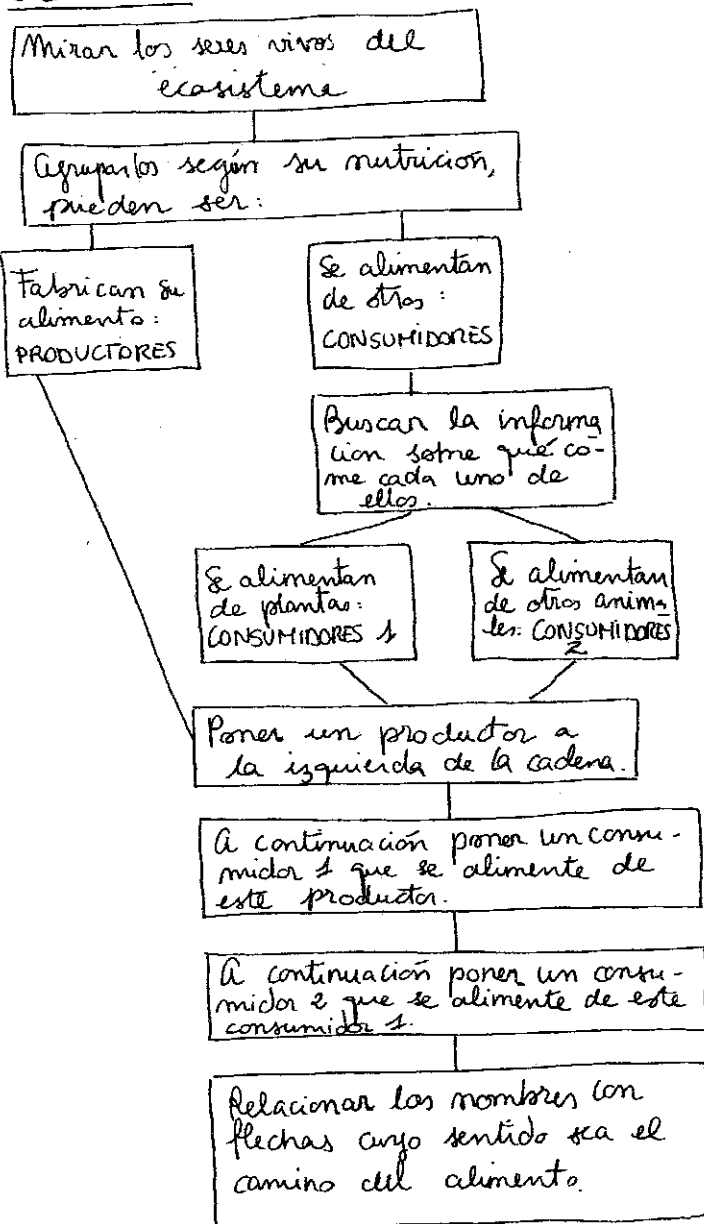


Figura 3. Base de orientación: «¿Qué pasaría si desapareciera una de las especies de una red trófica?» Ejemplo realizado por un estudiante de 1º de BUP

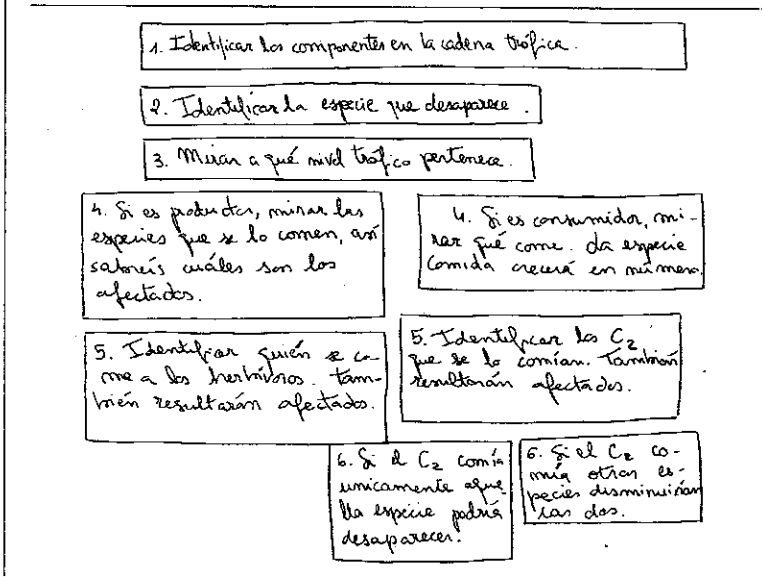


Figura 3'. Base de orientación: «¿Qué pasaría si desapareciera una especie?». Ejemplo realizado por un estudiante de 1º de BUP

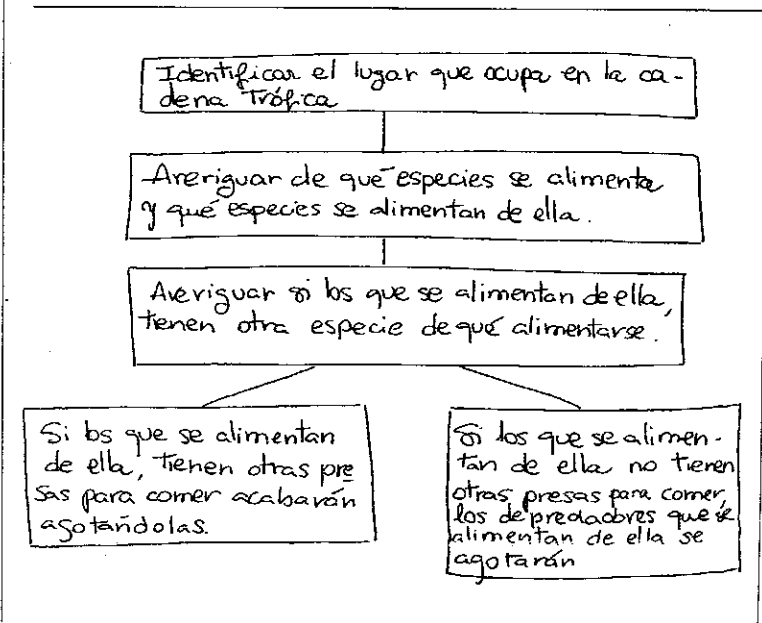
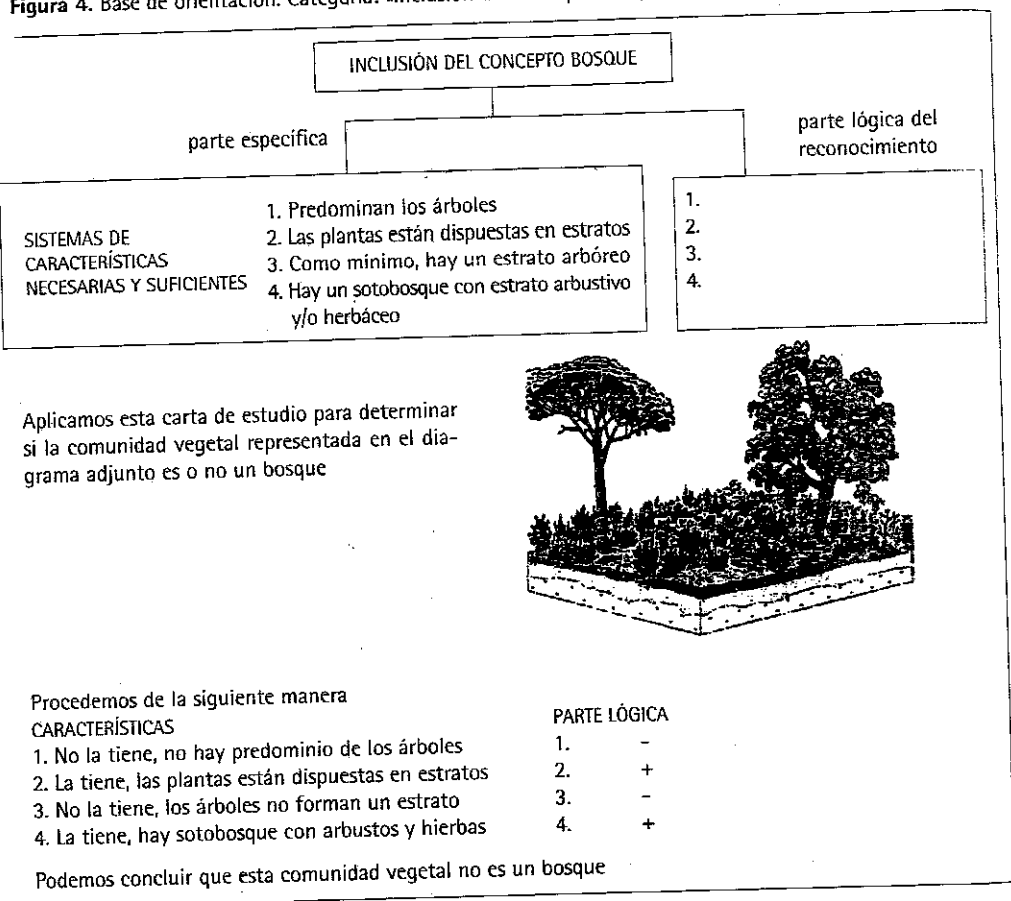


Figura 4. Base de orientación. Categoría: «Inclusión del concepto bosque»



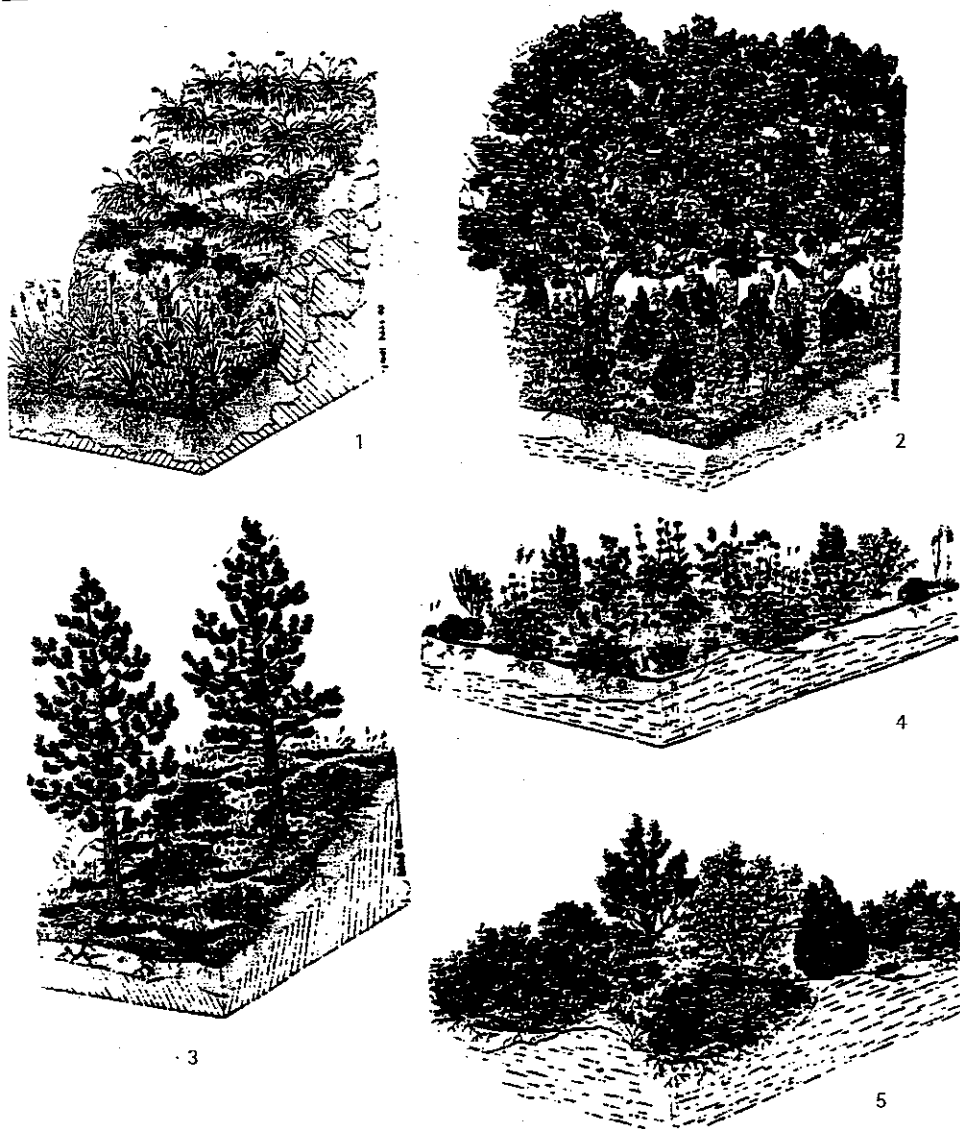
Contribuyen a la elaboración progresiva de las bases de orientación todas aquellas situaciones didácticas que promuevan la reflexión de los estudiantes sobre aquello que están aprendiendo, cómo lo están aprendiendo y qué dificultades encuentran, así como aquellas situaciones que propicien el contraste de puntos de vista y opiniones.

Uso de las bases de orientación para aprender a explicar

Como ya hemos indicado, cuando pedimos al alumnado que explique un fenómeno, esperamos que seleccione las ideas relevantes y que las relacione con los hechos observados. Par promover este aprendizaje nos ha sido útil aplicar bases de orientación (Jorba y Sanmartí, 1996), elaboradas tanto por el profesorado como por el alumnado, como paso previo a la redacción de un texto.

El ejemplo de la figura 7 reproduce una base de orientación sobre el concepto de «ser vivo» y fue el referente a partir del cual los estu-

Figura 5. Ejemplos de comunidades vegetales para aplicar la base de orientación de la acción de inclusión, del concepto de bosque (1º de BUP)



diantes elaboraron sus escritos para justificar, en situaciones distintas, por qué sus observaciones correspondían a seres vivos.

No es sencillo seleccionar las características necesarias y suficientes que permiten definir un concepto en la escuela. Debe ser científicamente correcto y, desde el punto de vista didáctico, potente, tanto para permita

Figura 6. Actividad de evaluación mutua

Nombre del alumno/a que propone la prueba (y que la corrige)

Nombre del alumno/a que responde

a) Proponer dos especies de vertebrados que pertenezcan a clases distintas (no se puede consultar el *dossier*)

Parrilla de evaluación elaborada por un grupo clase de 1º de BUP sobre: «Comparar dos especies de vertebrados que pertenecen a clases distintas»

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	+/-	OBSERVACIONES
Identifica a qué clases de vertebrados pertenecen las especies que hay que comparar		
Compara las dos especies (dice cuáles son las semejanzas y las diferencias entre ellas)		
Las semejanzas propuestas son completas y correctas (se refiere sólo a las características que comparten por ser vertebrados y a las características comunes a ambas clases)		
Las diferencias son completas y correctas (se refiere sólo a las características que no comparten y que sirven para incluirlas en clases distintas)		
No menciona aspectos poco importantes		
No explica las características de cada una de las clases a que pertenecen las especies elegidas		

Revisión del profesor/a

el aprendizaje actual de los alumnos y alumnas como para que no obstaculice aprendizajes futuros. Ello comporta que los conceptos y los modelos teóricos de la ciencia, para ser utilizados en el aula, deben ser reconstruidos a través de un proceso de transposición didáctica. Podemos hablar, por tanto, de una ciencia «escolar» (Sanmartí e Izquierdo, 1997) que no es una simple reducción o simplificación de la ciencia de los científicos, sino una reconstrucción que debe cumplir la condición de seleccionar los aspectos fundamentales de cada teoría o modelo y, al mismo tiempo, han de poder ser relevantes y útiles para el alumnado en la elaboración de explicaciones significativas acerca de los fenómenos naturales.

En el caso del concepto «ser vivo», esta transposición didáctica requiere utilizar un modelo de ser vivo que permita incluir en él a cualquier ser vivo, desde una bacteria a un animal. En este sentido no sería válido hablar de un ser vivo que nace, crece se reproduce y muere puesto que, Moneras y Protistos ni crecen, ni mueren. Tampoco nos sirve un modelo de ser vivo que incluya sólo a una parte de éstos, los animales, cosa que sucedería si se considera que alimentarse, moverse y reproducirse son las características propias de los seres vivos.

También será importante hablar de nutrición y no de alimentación, puesto que las plantas y otros organismos autótrofos no se alimentan si-

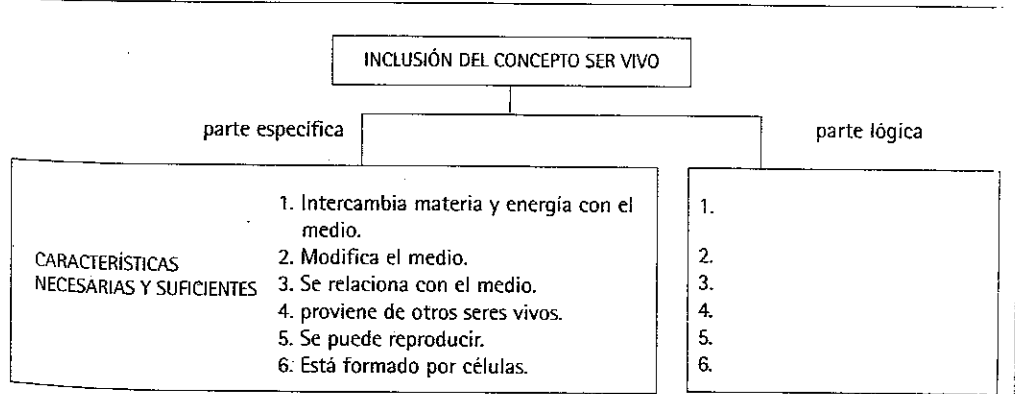
no que fabrican sus propios alimentos. Al nutrirse, los seres vivos modifican el medio, ya que la nutrición es un intercambio de materia y energía con el medio. Esta idea facilita la comprensión de los distintos tipos de nutrición y además permite interpretar las modificaciones del medio como resultado de esta actividad vital en casos no evidentes para el alumnado como es, por ejemplo, el de las bacterias.

El movimiento es otra de las características que generalmente se asocian a la definición de ser vivo. Pero de hecho solamente algunos seres vivos se mueven. El movimiento es una forma de relación con el medio pero no la única.

Estas características no pueden introducirse simplemente «expli-cándolas» al alumnado desde la elaboración del profesorado. Cada estudiante tienen su modelo inicial de «ser vivo» y, en el aula, es necesario «pensar conjuntamente» –profesorado y alumnado– para llegar a construir el nuevo modelo propuesto desde una «ciencia escolar». Para ello será necesario partir del análisis de un ejemplo conocido por los estudiantes, para llegar a identificar características que puedan llegar a generalizarse. Es decir, partir de lo concreto y simple para llegar a lo más general, abstracto y complejo posible.

Después de realizar una actividad o varias con esta finalidad, en nuestra experiencia proporcionamos a los estudiantes la base de orienta-

Figura 7. Base de orientación. Categoría: «Inclusión en el concepto de ser vivo»



- Para poder incluir un «objeto» en el concepto «ser vivo» debe reunir todas estas características.
- Si un «objeto» no cumple alguna de estas características diremos que no es un ser vivo, aunque reúna todas las demás.
- Si no sabemos si un «objeto» cumple alguna de estas características no podemos afirmar que es un ser vivo.

Figura 8. Ejemplo de un texto elaborado por un alumno de 1º de BUP

ESTRELLA DE MAR

Este animal, del tipo equinodermos, es un ser vivo ya que cumple las características siguientes:

- 1.- Intercambia materia y energía con el medio, ya que se alimenta de otros seres vivos, principalmente conchas y otras u otros bivalvos, a los que abrace adheriendo sus pies ambulacrales y ejerciendo presión para después digerirlos externamente, y respira tomando el oxígeno del agua mediante el aparato ambulacral y devolviendo dióxido de carbono.
- 2.- Modifica el medio al intercambiar materia y energía con él, es decir al alimentarse y respirar.
- 3.- Se relaciona con el medio, o sea, capta estímulos, como la presencia de alimento, etc. y elabora respuestas, como por ejemplo lanzar el aparato ambulacral para poder coger el alimento.
- 4.- Procede de otros seres vivos, de otras dos estrellas de mar de la misma especie y de distinto sexo, las cuales han realizado la fecundación que en estos animales es externa, dando lugar a otra estrella.
- 5.- Se pueden reproducir, como he dicho antes, con otras estrellas de la misma especie y de distinto sexo, que la fecunden externamente mediante las glándulas genitales.
- 6.- Está formada por células, como se puede comprobar haciendo una preparación microscópica de cualquier parte de su cuerpo.

ción de la figura 7 que, en este caso, dada la complejidad del concepto, ha elaborado el profesorado. Su aplicación en actividades didácticas distintas servirá para que el concepto adquiera progresivamente significado para los estudiantes. Por ejemplo, en una de ellas los alumnos y alumnas tienen que escoger un animal determinado, buscar información sobre su forma de vida y escribir un texto justificando que se trata de un ser vivo. En la figura 8 podemos ver un ejemplo de un texto elaborado por un alumno.

En otras actividades realizadas para el estudio de otros grupos de seres vivos como, por ejemplo, las bacterias, en las que se observan bacterias del yogur con microscopio y se fabrica yogur, se pide nuevamente a

Las bacterias del yogur son seres vivos.

- Intercambian materia y energía con el medio porque se nutren a partir de sustancias orgánicas como el azúcar de la leche.
- Modifican el medio, ya que las bacterias se desarrollan en la leche toman el azúcar de la leche y lo transforman en ácidos que le dan gusto al yogur.
- Se relacionan con el medio, ya que las bacterias del yogur necesitan ciertas sustancias para sobrevivir. En la cerveza no podrían sobrevivir.
- Proceden de otros seres vivos ya que se reproducen entre ellos. Proviene de otras bacterias del yogur.
- Se pueden reproducir de forma asexual por bipartición, ya que cada una se divide en dos.
- Están formados por células y lo podemos comprobar observando una pequeña parte al microscopio.

los alumnos que escriban textos para justificar que también son seres vivos (figura 9).

Una reflexión final

Creemos que se puede enseñar a las alumnas y alumnos a pensar teóricamente siempre que se planifiquen actividades que tengan este objetivo. Se suele a «explicar» a los alumnos y alumnas muchos contenidos, sin una reflexión acerca de su relevancia y su significatividad para el

aprendizaje científico. Sin embargo, es posible llegar a mejores resultados si se parte de, por un lado, una buena selección de conceptos y una idónea transposición didáctica que posibiliten un buen proceso de construcción de los modelos teóricos a lo largo de la escolaridad. Y, por otro, se requiere innovar en relación a las estrategias de enseñanza y en el diseño de instrumentos facilitadores del aprendizaje, del que la base de orientación creemos que es un buen ejemplo.

Al leer estos párrafos surge la pregunta: conseguir que el alumnado aprenda a explicar utilizando modelos teóricos ¿es un proceso que requiere demasiado tiempo? Es el eterno dilema entre el trabajo lento y en profundidad de resultados no siempre inmediatos, pero en alto grado eficaz a medio y largo plazo, y un trabajo superficial y rápido que en múltiples ocasiones se ha demostrado que no tiene futuro. Nuestra opción es sin duda la primera, porque permite que todos los estudiantes avancen.

Referencias bibliográficas

- JORBA, J.; SANMARTÍ, N. (1996): *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Madrid. MEC.
- LEMKE, J.L. (1993): *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona. Paidós, 1997.
- OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I.; MCGILLICUDDY, K. (1996): *Explaining Science*. G.B. The Open University Press.
- SANMARTÍ, N.; IZQUIERDO, M. (1997): «Reflexiones entorno a un modelo de ciencia escolar» en *Investigación en la Escuela*, n. 32, pp. 51-62.

Dirección de contacto

M. Pilar García, Neus Sanmartí. Dpt. de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals. UAB. Edifici G. Campus de Bellaterra. 08193 Bellaterra. Barcelona. Tel.: 93/581 26 42. Fax: 93/581 11 69