

UN MUNDO EN MINIATURA

Laura Soriano López
Ainhoa Alares García
Ana Torres Carañana
I.E.S. SOROLLA
Valencia

Introducción:

Navegamos a miles de kilómetros por hora en un viaje infinito alrededor del Sol, y lo hacemos subidos a lo que hoy en día se reconoce como el sistema de soporte vital definitivo: la Tierra. En ella se dan multitud de ciclos que consiguen mantener el equilibrio de la naturaleza. Un ejemplo ilustrativo de este complejo y maravilloso sistema interrelacionado es la relación entre los organismos fotoautótrofos, los cuales producen oxígeno gracias a la energía solar y fijan como biomasa el dióxido de carbono, y los heterótrofos, quienes metabolizan ese oxígeno y esa biomasa para producir a su vez dióxido de carbono. Absolutamente todo es reciclado y reutilizado, nada entra ni sale excepto nuestra principal fuente de energía, el Sol.

Percibir esto como una realidad es lo que ha llevado a los astrónomos a plantearse la plausibilidad de los viajes interplanetarios e incluso ir un poco más allá, el establecimiento de colonias en Marte o la Luna. La única forma que tenemos de averiguar nuestro lugar en el Universo es descubrir más acerca de él, y para ello debemos de ser capaces de construir naves espaciales que puedan mantener vivos a los astronautas durante largos viajes, es decir, imitar a nuestra extraordinaria Tierra autosuficiente. Si se consiguiera producir comida y oxígeno para la tripulación y mantener el aire y el agua limpios y reutilizables, los viajes a través del Sistema Solar serían un hecho. El germen de esta idea llevó a la NASA, tras años de experimentación, al descubrimiento de cómo crear un mundo viviente autocontenido en el interior de un recipiente de vidrio cerrado. Así, Joe Hanson creó las [Ecosferas®](#), aunando, no sin cierta genialidad, arte y ciencia.

Cuando Carl Sagan recibió su primera ecosfera por correo, quedó fascinado. Tras unos días de examen advirtió una gran verdad y escribió: *“Nuestro gran mundo es muy parecido a este mundo en miniatura, y nosotros somos muy parecidos a los camarones. Pero hay por lo menos una diferencia: al contrario que los camarones, nosotros sí somos capaces de cambiar nuestro medio ambiente. Podemos provocarnos a nosotros mismos lo mismo que un descuidado dueño de una de esas esferas de cristal puede provocar a sus pequeños habitantes...”*



Ecosfera comercial



Nuestra ecosfera casera o “ecotarro” o “ecopot”

Objetivos:

- Construir un ecosistema cerrado basándonos en el modelo de [Ecosfera®](#) de la NASA.
- Comprender, a través de su observación, el flujo de materia y energía en los ecosistemas. (Relacionar los conceptos de la unidad de *Dinámica de ecosistemas* con los elementos y funcionamiento de los Ecotarras).
- Identificar los componentes de un ecosistema acuático y la influencia de los factores bióticos y abióticos del mismo.
- Construir y analizar las cadenas y redes tróficas pertinentes.
- Percibir la fragilidad del equilibrio existente dentro del Ecotarro e inducir el paralelismo con el sistema Tierra.
- Asumir la importancia y responsabilidad humana en la conservación de este equilibrio, relacionándolo con el concepto de desarrollo sostenible.
- Adquirir el hábito de la observación diaria y la anotación de comentarios e incidencias en un diario de clase.

Relación del tema propuesto con el currículo del Curso:

Este proyecto está pensado para realizar con **alumnos de 4º de ESO de Biología y Geología** en el bloque de contenidos correspondientes a *La dinámica de los ecosistemas*. En él se recuerdan y amplían los componentes de los ecosistemas ya tratados en cursos anteriores y se profundiza en cuanto al intercambio de flujo y materia de los mismos.

No obstante, se puede adaptar a los distintos cursos de la ESO y Bachillerato, por tratarse de un tema esencial que aparece constantemente en el currículo.

Así, en 1º de la ESO se podría adaptar al bloque de contenidos: *Los seres vivos y su diversidad*, en 2º de la ESO, al bloque de contenidos *El medio ambiente natural* y en 3º de la ESO al bloque *La actividad humana y el medio ambiente*.

En lo que respecta a Bachillerato, está vinculado sobre todo, a los contenidos tratados en 2º de Bachillerato en la materia de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente en diversos bloques de contenidos: *El medio ambiente y la teoría de sistemas*, *Sistemas terrestres: la biosfera*, *Medio ambiente y desarrollo sostenible* y *Las relaciones entre la humanidad y la naturaleza*. La amplitud de temas relacionados con la propuesta, permitiría incluso realizar un pequeño proyecto con los alumnos, donde se podrían tratar con profundidad los ciclos biogeoquímicos así como los temas relacionados con la sostenibilidad y los recursos del medio ambiente.

Además, se podría adaptar a la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, en el bloque de: *Hacia una gestión sostenible del planeta*, lo que permitiría motivar y concienciar también al alumnado que no sea del ámbito científico.

Material y recursos necesarios:

- De 8 a 10 tarros de cristal. (Deben de ser todos idénticos. Para esta práctica se ha decidido utilizar botes de aprox. 500 g de garbanzos de un supermercado).
- Cinta aislante.
- Papel de filtro o de cocina.
- Tijeras.
- Colador.
- Vasos de precipitados.
- Rotulador permanente.
- Embudo de vidrio.
- Probeta (opcional).



Material biológico:

Muestra de agua de l'Albufera (u otros puntos a concretar) con el siguiente contenido:

- Macroinvertebrados:
Palaemonetes zariquieyi (Crustacea:Decapoda:Palaemonidae)
Dugastella valentina (Crustacea:Decapoda:Atyidae)
- Planta acuática: *Ceratophyllum sp.*
- Agua del punto de muestreo (Ullal del Forner, término de Sollana)



Planta acuática



Macroinvertebrados

Normas de seguridad:

- Especial cuidado con la manipulación de los tarros de cristal para evitar su rotura y posibles heridas.
- Precaución en el uso de las tijeras.
- Incidir en el peligro de la ingesta de cualquier producto o sustancia del laboratorio, incluidas las muestras de agua.

Procedimiento:

El proyecto se llevará a cabo en 3 etapas:

1. Construcción de los Ecotarros sin explicación previa a los alumnos, el día antes de comenzar la unidad de *Dinámica de ecosistemas*. (La semana de antes se les pide que recolecten tarros de vidrio).
La construcción será por grupos de aproximadamente unas 2-4 personas.
2. Explicación de los contenidos de la unidad e independientemente, observación periódica de los Ecotarros, anotando cualquier cambio en una ficha de seguimiento. Las condiciones ambientales de los Ecotarros permanecerán constantes salvo que surja una propuesta de cambio por parte de los alumnos.
3. Puesta en común de las observaciones realizadas. Reflexión, valoración y extracción de conclusiones.
Si es posible, planteamiento de cuestiones y propuestas de actividades de ampliación.

ETAPA 1: Montaje de los Ecotarros:



0. Recogida de muestras en l'Albufera u otros puntos a concretar (en este caso el Ullal del Forner, en el término de Sollana).
1. Poner una pequeña cantidad de agua del punto de muestreo en un vaso de precipitado.
2. Con especial cuidado, coger 2 *Palaemonetes zariquieyi* o *Dugastella valentina* con el colador y colocarlos en el vaso de precipitado.
3. Medir 350 mL de agua de la muestra con la probeta.
4. Construir un filtro con el papel de filtro.
5. Con ayuda de un embudo filtrar el agua, pasándola al tarro de vidrio.



6. Cortar un fragmento de aprox. 15 cm de *Ceratophyllum sp.* y ponerlo dentro del tarro, de modo que quede sumergido en su mayoría.



7. Añadir los *Palaemonetes zariquieyi* o *Dugastella valentina* al tarro de vidrio con ayuda del colador. Intentar evitar que entre agua no filtrada.



¡OJO que saltan mucho!, prestar atención en el traspaso.

8. Cerrar bien los tarros y sellar con la cinta aislante.
9. Rotular los tarros.
10. Colocarlos en un lugar iluminado (al lado de la ventana, intentando evitar demasiada luz directa, sobre todo en verano) y, en la medida de lo posible, a temperatura ambiente constante. No cambiarlos continuamente de sitio o agitarlos.

ETAPA 2: Observación y seguimiento de los Ecotarros.

Los alumnos irán anotando los cambios observados en los Ecotarros en su “ficha de seguimiento” que será facilitada por el profesor. (ver Anexo I) A su vez, este impartirá de manera convencional los contenidos relacionados con la unidad didáctica de *Dinámica de ecosistemas*.



Se espera que algunos de los alumnos comiencen a relacionar los contenidos dados con su ecotarro, deduciendo los elementos formadores y cuestionándose su viabilidad. El profesor se mantendrá al margen de los comentarios, pero valorará positivamente las cuestiones planteadas (de hecho, intentará avivarlas), proponiendo una posible revisión futura al final del experimento.

En principio las condiciones ambientales (temperatura, iluminación, reposo, etc.) de los Ecotarros permanecerán constantes. Si a algún alumno se le ocurriese cambiar alguna condición, entonces se le concedería dicha posibilidad, siempre y cuando se mantengan varios Ecotarros control, es decir, en las condiciones iniciales mencionadas en el punto 10 de la etapa 1.

ETAPA 3: Puesta en común, reflexión, valoración y extracción de conclusiones.

Una vez explicada la unidad didáctica de Dinámica de ecosistemas destinaremos al menos 3 sesiones para la puesta en común, reflexión y extracción de conclusiones. Planteamos esta actividad como una **mesa redonda** o debate, donde todos los alumnos deberán primero, aportar sus observaciones, y luego, se espera que reflexionen sobre lo expuesto en clase por sus compañeros y por ellos mismos. El profesor actuará de moderador e irá anotando las ideas en un ordenador (en caso de contar con proyector) o en la pizarra. Es fundamental conducir bien esta actividad si se quieren alcanzar unas buenas conclusiones. Para ello deberemos tener presente algunas cuestiones:

- ¿Qué condiciones se dan en el interior de los Ecotarros? ¿Entra o sale materia? ¿Entra o sale energía?

- ¿Qué tipo de organismos hay en el interior de los Ecotarros? ¿Qué tipo de nutrición tienen? ¿Qué tipo de alimentación? ¿Qué relaciones se establecen entre ellos?
- ¿Qué pasa con la materia que hay en el interior de los Ecotarros? ¿Dónde va a parar el oxígeno que producen la planta y las algas? ¿Dónde va a parar el dióxido de carbono que producen los camarones? ¿Dónde van a parar los desechos de los organismos? ¿De dónde sacan las sales minerales la planta y las algas? ¿De dónde sacan el alimento los camarones y los protozoos?
- Si existe una relación entre el oxígeno que producen las plantas y algas con el que consumen los animales y protozoos, ¿qué tipo de relación es? ¿está compensada? ¿qué pasaría si sí lo estuviera? ¿y si no lo estuviera?
- ¿Son delicados los Ecotarros? ¿Podríamos fabricar uno escogiendo organismos al azar? ¿Qué condiciones tendrían que tener para que funcionaran correctamente?
- ¿Se parece en algo la Tierra a un Ecotarro?
- Al hilo de la cita de Carl Sagan, ¿tienen los organismos del interior de los Ecotarros alguna posibilidad de cambiar “el equilibrio” (o las condiciones) establecidas? ¿Tenemos los seres humanos alguna posibilidad de cambiar los equilibrios establecidos en la Tierra? ¿Somos los únicos seres vivos capaces? ¿Existe algún fenómeno capaz de cambiar esas condiciones? (volcanes, meteoritos...) ¿Qué le pasaría a la Tierra entonces?

Al final de la esta etapa los alumnos elaborarán un informe donde expongan las cuestiones tratadas durante la mesa redonda y las conclusiones que se han extraído, además de una valoración personal sobre el proyecto.



Tiempo necesario para desarrollar esta práctica:

- Una sesión para la etapa 1.
- Entre seis y nueve sesiones para la etapa 2 (tiempo aproximado).
- Tres sesiones para la etapa 3.

Hay tres sesiones a la semana y son de 55 minutos aproximadamente. En total utilizaremos entre 10 y 13 sesiones, por tanto, estamos hablando de un mes de clases.

Cuestiones para los alumnos:

Encargaremos a los chavales la entrega de un trabajo al final de la unidad didáctica que deberá incluir las observaciones realizadas a lo largo del experimento, fotografías y un resumen del debate realizado en clase como respuesta a las cuestiones que les hayan surgido a ellos mismos durante la actividad y a aquellas planteadas por el profesor al final de la misma, así como sus correspondientes conclusiones (ver Anexo II).

Otros planteamientos:

Paralelamente, sugerimos a continuación posibles actividades complementarias o de ampliación (son independientes las unas de las otras) que pueden ser utilizadas para adaptar la actividad a los diferentes niveles educativos y/o a los recursos disponibles en el laboratorio:

1. Observación de protozoos y algas del agua de l'Albufera que haya sobrado de la fabricación de los Ecotarros.
2. Análisis del agua de los Ecotarros:

Analizaremos el agua al inicio del experimento y en su finalización, lo que implica la apertura de los Ecotarros.

- Tomar muestras de pH del agua.
 - Determinación de sustancias (oxígeno disuelto, dióxido de carbono disuelto, nitratos, nitritos...)
 - Análisis biológico de la muestra (identificación de protozoos y algas).
3. Planteamiento de las siguientes hipótesis en clase: ¿Qué les pasaría a los Ecotarros si les cambiáramos las siguientes condiciones?
 - Temperatura muy alta / Temperatura muy baja.
 - Oscuridad / Poca luz / Luz demasiado intensa.
 - Agitación.
 - Procedencia del agua (doméstica en lugar de la de muestreo)
 - Alteración de las proporciones en los elementos del ecosistema.

- Introducción de un contaminante (dióxido de carbono, aceite, detergentes...)

El planteamiento de estas hipótesis podría ser inducido, por ejemplo, con cuestiones como las siguientes:

- / *De las condiciones que se dan en los Ecotarros, ¿qué factores crees que son más importantes para lograr su supervivencia? (T^a , insolación, cantidad de individuos, etc.)*
- / *Discute con tus compañeros qué ocurriría si...*
 - a) *cambiáramos la iluminación.*
 - b) *el agua fuera del grifo.*
 - c) *metiéramos muchas gambas.*
 - d) *no hubiera planta.*
 - e) *hubiera demasiada planta.*
- / *Con las conclusiones extraídas de la cuestión anterior, diseña un nuevo experimento para simular el efecto de la contaminación de las aguas en un ecosistema, el efecto del calentamiento global, etc.*



Competencias básicas:

En el presente proyecto se trabajan las siguientes competencias básicas:

- Contribución a la *competencia en el conocimiento y la interacción en el mundo físico*. Sin duda alguna se trata de la competencia que más se trabaja con este proyecto, pues se pretende familiarizar a los alumnos con algunos aspectos del trabajo científico, además de potenciar su habilidad para interpretar y comprender el medio ambiente. En este sentido se realiza observaciones directas y toma de datos de un sistema complejo, el Ecotarro, en el que interaccionan varios factores. Los alumnos deberán formular preguntas, realizar predicciones e inferencias a partir de los supuestos planteados en clase, y realizar un análisis posterior, todo ello con conciencia del marco teórico de la Dinámica de los

Ecosistemas. Además de todo ello, el proyecto aporta al alumnado la toma de conciencia de su papel en el medio, y de la influencia que los seres humanos causamos en él, así como la importancia de la conservación de los recursos y la diversidad natural.

- Contribución a la *competencia en comunicación lingüística*. Con la elaboración de la “hoja de seguimiento” y el informe final se demanda a los alumnos un esfuerzo, en primer lugar, de observación y descripción escrita del contenido del Ecotarro y los cambios que se suceden en el mismo, y en segundo, de interpretación y comprensión de los procesos que ahí tienen lugar. Deberán pues construir un discurso con un encadenamiento de ideas adecuado, utilizando una terminología específica para ello.
Por otro lado se les pide que expongan oralmente las cuestiones que les hayan surgido a lo largo de la experiencia y se debata sobre ellas, debiendo de expresar pensamientos y opiniones al resto de la clase.
- Contribución a la *competencia matemática*. Desde el momento que exigimos a los alumnos que apliquen lo que se va explicando en la asignatura con lo que están viendo cada día en el tarro, se les mete de lleno en un proceso deductivo. Así mismo, deben de ser capaces de expresar con claridad y precisión las diferentes informaciones, datos y argumentos, tanto de manera oral como escrita. Por último, uno de los objetivos es lograr la inducción del modelo del Ecotarro con el Sistema Tierra.
- Contribución al *tratamiento de la información y competencia digital*. Durante la etapa 2 del proyecto, se pretende que el alumnado busque, seleccione, procese y comunique información, utilizando para ello diversas estrategias como la información oral que se le da en clase, la impresa que tienen en el libro de texto u otros libros que pueden buscar en la biblioteca, y la información digital o multimedia que pueden encontrar en internet. Además, en la etapa 3 del proyecto se les demanda que organicen, relacionen, analicen y sinteticen toda esta información, contribuyendo así a mejorar sus destrezas en el razonamiento, y que comprendan e integren toda esta información en sus esquemas previos de conocimientos.
- Contribución a la *competencia social y ciudadana*. Sin ninguna duda la alfabetización científica contribuye a una dimensión fundamental de la cultura ciudadana ayudando a nuestros alumnos a comprender la realidad social en la que viven y comprometiéndolos a contribuir en su mejora. Durante la etapa 2 y 3 los alumnos aprenden a comunicarse en distintos contextos, expresando sus propias ideas y escuchando las ajenas. Así mismo, el conocimiento sobre los ecosistemas y la toma de conciencia sobre su fragilidad, los compromete como parte de la sociedad futura a responsabilizarse de sus elecciones y decisiones como ciudadanos.
- Contribución a la *competencia cultural y artística*. La Ecosfera original fue creada no solo con intención de divulgar ciencia, explicándonos de manera muy original y sencilla en qué consiste un ecosistema cerrado, sino también para valorarla y disfrutarla desde un punto de vista estético. En este sentido, el proyecto pone en conocimiento de los alumnos el potencial de la naturaleza como fuente inspiradora y creativa, así como la estimulación en la sensibilidad, percepción y comprensión de diferentes realidades.
- Contribución a la *competencia para aprender a aprender*. Los alumnos trabajarán en un proyecto de aproximadamente un mes de clase, teniendo por un lado, que cooperar y coordinarse con los compañeros de grupo para la creación

del Ecotarro y sus observaciones periódicas, y por otro lado, deberá afrontar un trabajo individual que plasme la atención dedicada a la clase y la capacidad de tomar apuntes, la comprensión del tema abordado, las observaciones y registros sistemáticos realizados de los Ecotarros y la resolución de supuestos teóricos que se ajustan a la materia explicada. Además, durante la etapa 2 se estimula a los alumnos para que se planteen preguntas, tomando conciencia de sus propios conocimientos y de las carencias que tienen para poder resolver las cuestiones propuestas. Así mismo, la sucesión de actividades que se sugieren en el proyecto, muestra una correcta planificación y organización de los diferentes tiempos que deben tener lugar.

- Contribución a la *autonomía e iniciativa personal*. El proyecto está totalmente abierto a las propuestas de los alumnos de un cambio en las condiciones ambientales iniciales de los Ecotarros, por ello se puede afirmar que alentamos su creatividad para transformar esas cuestiones o ideas que les puedan surgir en proyectos de investigación. Además, esto les obligaría a ponerse unos objetivos, planificarse las actividades a realizar y evaluar críticamente sus resultados.

Análisis de la práctica:

¿Qué esperábamos?

El planteamiento inicial de la práctica era:

- **Etapa 1:** La construcción por parte de los alumnos de una ecosfera, sin explicación previa del objetivo del experimento. Esperábamos de ellos sorpresa y curiosidad por introducir organismos vivos en un bote cerrado herméticamente.
- **Etapa 2:** Durante la explicación de los temas de Ecología por parte del profesor, los alumnos debían llevar un registro periódico de las observaciones realizadas a sus ecosferas y comenzar a cuestionarse qué estaba sucediendo en su interior. Esperábamos que relacionaran las explicaciones de clase con el ecosistema cerrado que habían montado, incluso que buscaran información por su cuenta y la plantearan en clase. Además, contemplábamos que los alumnos se plantearan diferentes condiciones del experimento (“¿y si los apartamos de la luz?, etc.”), dejando abierta la posibilidad de realizar dichos cambios, para ver qué ocurría.
- **Etapa 3:** A lo largo de las jornadas de reflexión (mesa redonda), esperábamos que pusieran en común las observaciones anotadas y reflexionaran sobre las cuestiones que se habían ido planteando en clase. La finalidad era fomentar la sinergia entre el alumnado, de manera que entre todos buscaran respuestas a las preguntas que solo algunos se hubieran planteado. Además, considerábamos como objetivo primordial que percibieran la fragilidad del equilibrio existente dentro del Ecotarro e indujeran el paralelismo con el sistema Tierra.

¿Qué ha ocurrido en realidad?

- **Etapla 1:** La construcción de las ecosferas fue realizada sin dificultad por parte de los alumnos, quienes emprendieron la tarea con curiosidad y entusiasmo. Algunos comentarios realizados por los alumnos:

“Si cerramos los botes, ¿cómo les echaremos de comer?”
“Como está cerrado, ¿se acabarán asfixiando?”
“¿Se van morir!”

Por otro lado, desde un punto de vista logístico, aparecieron dificultades imprevistas en el muestreo de los organismos necesarios para la práctica.

- **Etapla 2:** El alumnado ha llevado un registro minucioso de sus observaciones (ver Anexo I). Muchos de ellos venían fuera del horario de Biología para tener una mayor continuidad en las anotaciones. Además traían a compañeros de otras asignaturas optativas para que vieran “sus gambas”. Durante la explicación de los temas de Ecología algunas observaciones fueron:

- *“¿Siguen vivos! Es un misterio de la ciencia.”*
- *“El bote está sudando ya.”*
- *“En el fondo se ven residuos.”*
- *“Han aparecido excrementos. ¿O son frutos? Prefiero que sean frutos...”*
- *“¡Oh! ¡Se ha muerto! ¿O no? ¿Qué es eso? Parece que ha perdido la piel.”*
- *“Hay unos seres blancos...”* (mudas)
- *“La cáscara de la gamba se ha disuelto.”*
- *“Cada vez hay más hilos en la planta.”* (Cianofíceas)
- *“La planta cada vez tiene más pelusa.”*

Además se plantearon las siguientes cuestiones:

- *“¿Hemos montado los tarros para que se mueran?”*
- *“Si la planta genera O_2 (porque fotosintetiza) y el bote está cerrado, y además entra la luz solar, ¿no se producirá el efecto invernadero dentro del bote? ¿Eso no matará a las gambas?”*
- Después de explicar los niveles tróficos una alumna se plantea: *“¿Qué serían las gambas? ¿Consumidores primarios?”* Otro alumno le contesta: *“No, serían como las hormigas, difíciles de clasificar porque son omnívoros.”* Un tercer alumno añade: *“Bueno, si solo comen fitoplancton, serían consumidores primarios.”*
- A la pregunta del profesor de si las gambas son aerobias o anaerobias, dos o tres alumnos responden: *“Si no tienen oxígeno (porque el bote está cerrado) y no se mueren, será que son anaerobias”*. Sus propios compañeros les corrigen; *“No, no, sí que tienen oxígeno. Las plantas cogen el CO_2 del agua y lo transforman en O_2 , y las gambas lo cogen y devuelven CO_2 ”*

Sin embargo, no han llegado a relacionar completamente por sí solos las explicaciones de la unidad con el funcionamiento de sus ecosferas. Tampoco han buscado información por su cuenta. Solo un alumno buscó en internet “gambas, bote y cerrado”, al día siguiente del montaje, encontrando información de las ecosferas comerciales. Sin embargo, no continuó interesándose en el tema, sin llegar a sacar provecho de esta información.

- **Etapa 3:** A la vista de la escasez de cuestiones planteadas a lo largo de la experiencia, decidimos confeccionar un guión con el que orientar a los alumnos en la reflexión y consecución de los objetivos de la etapa 3, (ya señalado anteriormente en el Anexo II).

Las jornadas de reflexión han durado 4 sesiones y en ellas los alumnos, guiados por el profesor, han tenido que ir respondiendo a las cuestiones planteadas. Las clases han sido participativas, de modo que algunos alumnos corregían a sus propios compañeros o se hacían preguntas que no estaban en el guión. Salieron a la luz multitud de errores preconcebidos y carencias de algunos conocimientos básicos en ecología y metabolismo.

Encargamos a los alumnos la elaboración de un informe de la experiencia que incluya una valoración personal.

Análisis de los resultados:

La experiencia fue acogida con gran aceptación y participación de los alumnos. Sin embargo no se han llegado a plantear las preguntas que esperábamos, bien por falta de conocimientos previos, bien por errores preconcebidos o simplemente por carencia del suficiente espíritu crítico de algunos de ellos.

- **Etapa 1:** El objetivo principal fue alcanzado con facilidad. A los alumnos les gustó el montaje de los tarros y sintieron curiosidad por lo que estaban haciendo. Por otro lado sí tuvimos dificultades en el muestreo de los organismos necesarios para la construcción de las ecosferas en el mes de enero. Probablemente debido a las bajas temperaturas, razón por la cual sí encontramos los camarones en surgentes, pero no en marjales, donde las condiciones ambientales son más cambiantes a lo largo del año. Como anécdota, han aparecido adheridos a la planta larvas, puestas y pequeños invertebrados, con los que no contábamos, pero que no han alterado el curso de la experiencia.
- **Etapa 2:** En lo referente a la toma de datos y seguimiento los alumnos han sido constantes y minuciosos. Sin embargo, no hemos alcanzado el planteamiento fundamental de esta etapa, consistente en que fueran capaces de llegar por sí mismos a la comprensión del funcionamiento de las ecosferas, a través de las explicaciones diarias del profesor. A continuación exponemos los que pensamos, son los motivos que han producido esta situación:
 - Un exceso de optimismo por nuestra parte en las expectativas de sus conclusiones nos hizo por un lado, evitar responder a sus cuestiones con el fin de que buscaran ellos mismos las soluciones en las explicaciones diarias del profesor; y por otro lado, empezar la unidad didáctica por unos conceptos poco relacionados con la dinámica de ecosistemas (en

concreto “las adaptaciones al medio”), en la errónea creencia de que de la otra manera se alcanzarían demasiado pronto los objetivos deseados, haciendo que perdieran el interés.

- Hemos constatado que la razón por la que no se han cuestionado algunos interrogantes o no se han sorprendido ante el aparente “milagro” de la supervivencia en un bote cerrado, es la existencia de graves errores preconcebidos (¿¿¿gambas anaerobias!!??), así como la confusión de algunos conceptos básicos (respiración/fotosíntesis, disolución del O₂ en el agua...)

- **Etapas 3:** Para evaluar mejor esta etapa hemos elaborado una serie de criterios que consideramos importantes para la consecución de los objetivos de la experiencia. Son los siguientes:

- 1) Identificación de los componentes del Ecotarro (biotopo y biocenosis).
- 2) Comprensión del concepto de sistema cerrado.
- 3) Identificación de los diferentes niveles tróficos en el Ecotarro.
- 4) Identificación de los factores abióticos en el Ecotarro.
- 5) Establecer las relaciones interespecíficas dentro del Ecotarro.
- 6) Establecer el sentido de circulación de la materia en el Ecotarro.
 - 6.1) Identificar los ciclos de reciclaje de la materia orgánica.
 - 6.2) Identificar los ciclos de reciclaje del O₂ y CO₂.
- 7) Establecer el sentido de la circulación de la energía en el Ecotarro.
- 8) Análisis de los siguientes supuestos:
 - 8.1) Ausencia total de luz.
 - 8.2) Ausencia de planta.
 - 8.3) Ausencia de gambas.
 - 8.4) Ausencia de descomponedores.
- 9) Análisis de las causas que lleva al desequilibrio del sistema y a la posterior apertura del Ecotarro.
- 10) Comprensión del sistema del Ecotarro como un modelo a escala del sistema Tierra.

Tras leer los trabajos presentados, se han obtenido los siguientes resultados: (ver Anexo III)

- Aproximadamente un 60% de los alumnos es capaz de realizar con éxito 10 de los 15 criterios establecidos.
- Más de un 70% de los alumnos ha entendido perfectamente el concepto de sistema cerrado, las relaciones establecidas entre los organismos del sistema (muchos hablan de “*beneficios mutuos*”), el flujo direccional de la energía y han dado explicaciones precisas sobre la importancia de la energía y del papel de los productores.
- Además, más del 60%, identifica sin problemas los componentes del sistema así como los diferentes niveles tróficos, es capaz de explicar el sentido de circulación de la materia así como una visión general de los ciclos del carbono, del O₂ y del CO₂ (hay que decir que estos últimos, a veces, con pequeños errores conceptuales).

- La mitad del alumnado ha comprendido el papel de los descomponedores en el sistema, así como las causas que han llevado al desequilibrio del mismo.
- Tan solo un 40% del alumnado ha citado de los factores abióticos del medio en su trabajo, quizás porque tampoco se hizo mucho hincapié durante las jornadas de reflexión.
- Un poco más de la mitad de los alumnos (un 63%) no sabe explicar adecuadamente qué ocurriría en el tarro si no hubieran gambas.
- Tan solo el 10,5% de los alumnos, ha extrapolado la experiencia del Ecotarro al sistema Tierra. El resto lo ha comparado a un ecosistema acuático en la Tierra, sin percatarse de que los ecosistemas están abiertos e interrelacionados.

Errores conceptuales detectados en los trabajos:

- Algunos alumnos parecen no tener claro que sucede exactamente en la fotosíntesis y la respiración. Algunos comentarios han sido:

“En la respiración de productores, consumidores y descomponedores se desprende O_2 .”

“Del CO_2 que utiliza la planta durante la fotosíntesis por un lado obtiene el carbono que necesita para formar materia orgánica y por otro se forma el O_2 que emite.”

“La planta utiliza CO_2 para respirar durante el día, y por la noche usa O_2 .”

“Las plantas hacen la fotosíntesis generando O_2 , pero no respiran, generando CO_2 .”

- Unos pocos alumnos han confundido el papel de las gambas (consumidores) en el Ecotarro, sin caer en la cuenta de que hay otros consumidores (larvas, caracoles, protozoos y bacterias). También se aprecia por sus comentarios, que no saben que las plantas se pueden adaptar considerablemente a las condiciones del medio. Ejemplos:

“Si no hubiera gambas, las plantas no fabricarían oxígeno.”

“Sin las gambas, la planta hubiera muerto por falta de abono y CO_2 . Las gambas son las responsables de que la planta pueda tener CO_2 para realizar la fotosíntesis.”

“Esto es necesario para que se de el ciclo de la respiración: lo que expulsa uno (planta o gamba) lo necesita el otro.”

- También hemos detectado algún error puntual en la descripción de los ciclos de la materia y flujo de energía.

“La energía se incorpora en forma de oxígeno...”

“El Sol le da la materia orgánica a la planta.”

“Una vez que la energía es generada por el proceso de respiración, es utilizada por un único nivel trófico y luego se pierde.”

“El tarro no pierde energía, pierde calor”

- En algunos trabajos hemos detectado confusión a la hora de explicar los motivos por los que se abrió el Ecotarro a la tercera semana.

La causa del desequilibrio del Ecotarro es que la planta *“no puede filtrar el oxígeno tantas veces”*.

“Hemos abierto los tarros porque si no las gambas se hubieran ahogado porque el agua estaba demasiado oxigenada.”

“Se han abierto los tarros porque las gambas no aguataban más.”

- Siendo exigentes podemos añadir que aunque la mayoría entiende el papel de los descomponedores, por algunos comentarios escritos, se deduce que no lo aprecian en toda su complejidad.

“Los descomponedores se encargan de convertir la materia orgánica en excrementos que sirven de abono para la planta.”

“Los descomponedores se alimentan de los residuos excretados por los productores y consumidores (CO₂ y urea).”

“La ausencia de descomponedores tendría como única consecuencia la acumulación de excrementos o cadáveres”.

- Otros errores puntuales han sido:

- Creencia de que los caracoles eran microscópicos.
- Creencia de que el objetivo de la práctica era montar un ecosistema para estudiar el comportamiento de los seres vivos.
- Confusión entre alga y planta acuática.
- Todos los organismos del tarro son pluricelulares.
- *“Las gambas no han muerto porque son más resistentes de lo que creía.”*

Valoraciones de los alumnos sobre la experiencia:

- Solo un alumno ha valorado la experiencia no positivamente. Dice que no le ha gustado especialmente y que la ha hecho porque *“había que hacerlo.”*

- El resto de alumnos coinciden en que les ha gustado. Algunos comentarios han sido:

“Ha sido entretenida y bastante instructiva.”

“He aprendido de forma interactiva y didáctica. Ha sido curioso y entretenido.”

“Ha valido la pena. Recomiendo que la vuelvas a hacer.”

“Al principio me pareció algo simple, pero luego he podido extraer conclusiones muy interesantes que no olvidaré fácilmente”.

“Me gustaría volver a hacer algo parecido.”

“Me ha gustado hacer un seguimiento diario.”

“Saber y descubrir cómo han podido sobrevivir todos los organismos tanto tiempo en un espacio en el que aparentemente no habían suficientes recursos para todos, me ha parecido increíble.”

- Aunque la mayoría de alumnos se esperaba que las gambas murieran a los pocos días, cuando vieron que no sucedía, de algún modo se acostumbraron a ello. Sin embargo, fue toda una sorpresa para ellos la aparición de caracoles, larvas e incluso algún mosquito en su bote.

“... las cosas que más me han sorprendido en la práctica han sido la aparición de caracoles y larvas y que las gambas muden la piel (suena raro pero nunca me había parado a pensar cómo crecían)... ”

- Como curiosidad un alumno ha decidido realizar un pequeño experimento:

“Esta experiencia me ha animado a introducir plantas naturales en mi acuario y a observar qué repercusión tiene sobre el medio esta acción, y observar si aparecen nuevos seres o algún tipo de materia orgánica proveniente de la planta.”

- Concluimos con la valoración de nuestro alumno estrella:

“La experiencia en sí está bien, es barata (muy importante ahora que todo son recortes) y educativa sobre el mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas. Me ha gustado, he aprendido y me dieron calambres en el culo de estar tanto rato sentado en esos bancos de laboratorio ¿Qué más se puede pedir?”

Para finalizar el análisis de los resultados de la etapa 3, incluimos una tabla donde se sintetiza de manera muy simple todo lo expuesto anteriormente:

	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
GRADO DE ACEPTACION INICIAL					X
MOTIVACIÓN				X	
PARTICIPACIÓN				X	
FORMULACIÓN DE PREGUNTAS		X			
DEDUCCIÓN DE CONCLUSIONES POR SÍ MISMOS		X			
DEDUCCIÓN DE CONCLUSIONES A TRAVÉS DE APRENDIZAJE GUIADO			X		
COMPRENSIÓN GLOBAL				X	
VALORACIÓN FINAL					X



Conclusiones

1. La experiencia realizada ha generado una gran implicación por parte del alumnado en las clases, la cual se ha visto reflejada en su alto grado de participación y asistencia incluso en días que no les tocaba esta materia.
2. Se han alcanzado casi todos los objetivos propuestos inicialmente, aunque para ello se han tenido que realizar pequeñas modificaciones sobre la marcha (en la etapa 3):
 - Han relacionado con éxito los conceptos de flujo de energía y ciclo de materia dados en clase con el funcionamiento de sus tarros.
 - Han identificado los componentes del ecosistema en los tarros y la influencia de los factores bióticos y abióticos sobre los organismos vivos.
 - Han establecido adecuadamente las redes tróficas existentes en los tarros.
 - Han realizado correctamente un registro del seguimiento de los cambios producidos en los tarros.

Falta alcanzar por la mayoría del alumnado una valoración sobre la fragilidad del sistema creado y la inducción al sistema Tierra. Así mismo, falta una reflexión de la responsabilidad humana sobre el mantenimiento del equilibrio necesario para garantizar la supervivencia de los ecosistemas, así como la necesidad de vernos a nosotros mismos como parte del sistema que debe cooperar con el resto de especies. Como nuestro alumno aventajado ha escrito con una gran clarividencia:

“Si se renuncia a ser parte del sistema, se pierde el derecho a la existencia.”

3. El planteamiento de la experiencia no ha sido el adecuado para la formación y hábito de los estudiantes. Ello, por un lado, nos ha obligado a reorientarlos en la última etapa de la experiencia, y por otro lado, no ha dado pie a realizar las actividades de ampliación que teníamos ideadas, como por ejemplo el cambio de

las condiciones ambientales de los tarros (radiación solar, temperatura, contaminación...).

4. Posibles soluciones a los problemas que han surgido y propuestas de mejora para el futuro:

- Evaluación inicial de conocimientos previos.
- Realizar, desde el primer momento, preguntas acerca de lo que está ocurriendo en los tarros al hilo de lo que se va explicando en clase.
- Realizar esta experiencia después de haber tratado en clase las Unidades Didácticas relacionadas con la célula y su metabolismo.
- Empezar la Unidad Didáctica de Ecosistemas por los conceptos de componentes de los ecosistemas, materia, energía, niveles tróficos...
- Proponer desde el inicio la construcción de varios tarros diferentes: sin planta, en oscuridad, con una pequeña cantidad de detergente, etc.

Bibliografía:

http://www.ecosferas.com/view_ecosferas/es/destacado/que-es-una-ecosfera.html

[http://www.nasa.gov/audience/foreducators/son/habitat/sealed/F Living in a Sealed Container.html](http://www.nasa.gov/audience/foreducators/son/habitat/sealed/F_Living_in_a_Sealed_Container.html)

<http://spaceplace.nasa.gov/ecosphere/sp/>

<http://people.oregonstate.edu/~atwaterj/LifeSupport.html>

Agradecimientos:

La realización de este proyecto no hubiera sido posible sin la ayuda de José Vicente Bataller y Toni Pradillo, biólogos y amigos cuyos conocimientos sobre la biología de los camarones dulceacuícolas y los macrófitos de nuestros humedales han resultado determinantes.

Reconocemos que jamás hubiéramos emprendido un proyecto tan ambicioso sin el acicate por un lado y el loable esfuerzo por otro, de todos los organizadores del curso del Cefire, “Cómo motivar a los estudiantes mediante actividades científicas atractivas”. Nuestro más sincero agradecimiento pues a Mariano García Gregorio, Vicente Pelegrero García y Rafael Llopis Castelló.

Y por último, nunca podremos agradecer lo suficiente a nuestro cicerone, el profesor Juanjo Asensi Marqués (Jefe del Departamento de Biología y Geología del IES Sorolla) su enorme implicación, su inestimable consejo y su orientación en esta experiencia, los cuales, si bien han sobrepasado con creces nuestras expectativas iniciales, no son nada comparados con el desbordante entusiasmo que no dejó de contagiarnos durante todo el proceso.

ANEXO I

Registro de seguimiento de los alumnos

BOTE nº: 1 Fecha: 16-1-2012

Integrantes del grupo: Toni - Jesus - David
En el bote se han introducido: Agua - Planta Acuatica - 2 Gambas - larva

Haz un seguimiento y anota la fecha de cada observación y todos los cambios que observes: **estado del agua** (clara, turbia, etc.), **evolución de la planta** (cambios en el aspecto, el color, etc.), **depósitos en el fondo** (si aparecen), **fenómenos en la superficie** (espuma, capas, etc.), **evolución de las gambas** (aspecto, actividad, ubicación, etc.), **crecimiento de otros organismos** y **cualquier otro cambio** que te llame la atención.

(nota: en cada observación anota siempre su nº, la fecha y la hora en la que las haces)

nº	Fecha	Hora	En el tarro observamos que
1	16-1-12	12:46	La planta tiene pelusa. Se ha caído una larva. Las dos gambas están haciendo la función de Nutrición El agua está un poco turbia por el fondo. Las gambas tienen buen aspecto
2	17-1-2012	15:24	El agua se encuentra más turbia que el otro día. La planta tiene más pelusa. En el fondo se encuentran residuos No se encuentra o se ve a la larva. Las gambas de han cambiado y tienen buen aspecto
3	18-1-2012	12:14	Las dos gambas están vivas. La planta se está cambiando de alguna sustancia El agua está más turbia que ayer. En el fondo hay más residuos que ayer.
4	19-1-2012	10:47	Las dos gambas siguen bien El agua está más turbia La planta ha sido más turbia La planta tiene muchas pelus o pelusa y por la parte superior se está desgastando.
5	20-1-2012	10:45	Las dos gambas siguen estando bien Ya no hay larva El agua está más turbia La planta cada vez tiene más pelusa Hay más residuos en el fondo
6	23-1-2012	12:13	Las dos gambas están vivas La planta tiene más pelusa y está desgastando En el fondo hay más residuos El agua está más turbia No tiene en el fondo
7	24-1-2012	15:15	La larva ha sido encontrada de nuevo. Las dos gambas están más vivas Hay más residuos en el fondo Mas la planta tiene más pelusa. El agua está más turbia

BOTE n°: 2 Fecha: 16/1/12

Integrantes del grupo: <i>Olivera Barría, Mariana Fajó, Alonso Sánchez, Sergio Guzmán.</i>
En el bote se han introducido: <i>Agua filtrada (aprox. 3/4 del volumen total), 2 trozos de una planta acuática y 2 gambas.</i>

Haz un seguimiento y anota la fecha de cada observación y todos los cambios que observes: *estado del agua* (clara, turbia, etc.), *evolución de la planta* (cambios en el aspecto, el color, etc.), *depósitos en el fondo* (si aparecen), *fenómenos en la superficie* (espuma, capas, etc.), *evolución de las gambas* (aspecto, actividad, ubicación, etc.), *crecimiento de otros organismos y cualquier otro cambio* que te llame la atención.

(nota: en cada observación anota siempre su n°, la fecha y la hora en la que las haces)

n°	Fecha	Hora	En el tarro observamos que
1	17-1-12	15:28	<i>No ha habido cambios notorios. Se observan filamentos blanquecinos, presumiblemente la materia fecal de una de las gambas. La gamba de mayor tamaño parece haber adquirido una ligera pigmentación verde. Se alimentan con normalidad. Siguen sin producirse cambios notorios. Ambos individuos (gambas) continúan alimentándose con normalidad y no parece que hayan comido su objeto.</i>
2	18-1-12	12:19	<i>La gamba de menor tamaño ha adquirido una pigmentación más oscura. Parece que no ha crecido. Se sitúa en las partes altas de los plantas. La gamba más grande se encuentra en la parte de abajo. No parecen tener ningún tipo de interacción.</i>
3	20-1-12	10:54	<i>Los únicos cambios apreciables son una película de agua condensada en la parte superior del bote y que los dos individuos (también conocidos como gambas) se encuentran comiendo sus propios excrementos en el fondo.</i>
4	23-1-12	12:17	<i>Los ojos de la gamba más pequeña, se nutren mejor, han adquirido un tono amarillo. No hay cambios apreciables. El fondo del bote está iluminado por el plástico y excrementos.</i>
5	24-1-12	15:21	<i>No hay cambios apreciables.</i>
6	25-1-12	12:17	<i>Una de las gambas ha mudado la piel. Aparte de eso, no hay otros cambios notorios. El agua sigue estando limpia y la temperatura parece constante. La planta parece haber perdido algunas hojas. En el fondo se acumula materia orgánica.</i>
7	30-1-12	12:18	

BOTE n°: 3 Fecha: 16-01-2012

Integrantes del grupo: Estefanía Benquer Carmona, Liseth Cardona López, Ana Redón Herranz
En el bote se han introducido: 2 dos gambas, agua, y plantas, y se ha sellado el bote con celoфан

Haz un seguimiento y anota la fecha de cada observación y todos los cambios que observes: estado del agua (clara, turbia, etc.), evolución de la planta (cambios en el aspecto, el color, etc.), depósitos en el fondo (si aparecen), fenómenos en la superficie (espuma, capas, etc.), evolución de las gambas (aspecto, actividad, ubicación, etc.), crecimiento de otros organismos y cualquier otro cambio que te llame la atención.

(nota: en cada observación anota siempre su n°, la fecha y la hora en la que las haces)

n°	Fecha	Hora	En el tarro observamos que
1	16-01-2012	12:55 am	El agua está clara, las dos gambas están activas. Las plantas están limpias. Hay un filamento blanco.
2	17-01-2012	3:25 pm	El cristal del bote está empañado ^{medio} . En el suelo del bote hay frutos de la planta. Las dos gambas están muy quietas. El agua aún está clara.
3	18-01-2012	12:15 pm	En el suelo del bote hay mucho más frutos que ayer. El agua todavía se ve clara y con algunos ^{algunos} plátanos ^{plátanos} . Hay algo pegado en el cristal. El cristal está medio ^{comparando} .
4	20-01-2012	10:50 pm	El agua ya empieza a verse un poco sucia con muchos más frutos y ramitas de las plantas en el suelo. Se observa que han dejado cada gamba su cascara de piel. Las gambas están muy quietas pero como en los otros días mueven sus patas y bigotes.
5	23-01-2012	12:15 am	Tienen el suelo más sucio y con hojas caídas y verduras. Las dos gambas han crecido y la parte superior del cristal al que no llega el agua está empañada, pero en su totalidad.
6	24-01-12	3:20 pm	La muda ha desaparecido. El resto sigue igual.
7	25-01-12	12:15 am	Las gambas han tenido unas crías! Se parecen a las del talle. Son circulares, transparentes y con un poco de marrón dentro.

BOTE nº: 4 Fecha: 16/01/2012.

Integrantes del grupo: Marina Piquer Doblas, Paula Guerrero Sanz, Mar Ronet Galarza.
En el bote se han introducido: 2 gambas, 1 planta marina y agua filtrada de una "ullal"

Haz un seguimiento y anota la fecha de cada observación y todos los cambios que observes: *estado del agua* (clara, turbia, etc.), *evolución de la planta* (cambios en el aspecto, el color, etc.), *depósitos en el fondo* (si aparecen), *fenómenos en la superficie* (espuma, capas, etc.), *evolución de las gambas* (aspecto, actividad, ubicación, etc.), *crecimiento de otros organismos* y *cualquier otro cambio* que te llame la atención.

(nota: en cada observación anota siempre su nº, la fecha y la hora en la que las haces)

nº	Fecha	Hora	En el tarro observamos que
1	16/01/2012	12:53.	Agua: clara, acabada de filtrar. Planta: en estado favorable, desparasitada. Depósitos: escasos (la planta tiene pelusilla) Superficie: tranquila, sin depósitos. Gambas: están en el fondo del bote y se mueven ^{circulando} lentamente.
2	17/01/2012	15:23.	Agua: turbia. Planta: parece que la pelusa ha ido al fondo, por tanto en el fondo hay más residuos. Gambas: están más tranquilas, la más pequeña ha crecido y ha cambiado su color. Resumiendo se han aclimatado.
3	18/01/2012	12:14.	Agua: cada vez más turbia. Planta: está como más abierta. Depósitos: cada vez hay más. Gambas y superficie: sin cambios.
4	19/01/2012	10:47.	Planta: está marchitándose Depósitos: se está formando venlin. Gambas: han aumentado considerablemente su tamaño.
5	20/01/2012	10:49.	Gambas: No se mueven apenas. Depósitos: Hay más.
6	23/01/2012	12:16.	Gambas: Se mueven más que el viernes. Depósitos: Muchas. Planta: Marchita.
7	24/01/2012	15:21.	No hay cambios.

BOTE nº: **5** Fecha:

Integrantes del grupo: <u>Brién Igual Tzuc, Andrea Solis Romera, Helena Castillo López</u>
En el bote se han introducido: <u>Agua, Gambas y Plantas</u>

Haz un seguimiento y anota la fecha de cada observación y todos los cambios que observes: *estado del agua* (clara, turbia, etc.), *evolución de la planta* (cambios en el aspecto, el color, etc.), *depósitos en el fondo* (si aparecen), *fenómenos en la superficie* (espuma, capas, etc.), *evolución de las gambas* (aspecto, actividad, ubicación, etc.), *crecimiento de otros organismos* y *cualquier otro cambio* que te llame la atención.

(nota: en cada observación anota siempre su nº, la fecha y la hora en la que las haces)

nº	Fecha	Hora	En el tarro observamos que
5	16/01/2012	12:56	Hemos creado un ecosistema en el que las gambas se relacionan con las algas plantas.
5	17/01/2012	15:24	Se han adaptado a su nuevo ecosistema, se han relacionado con el medio en el que viven y en el fondo del tarro podemos observar restos de alimentos y excrementos y podemos observar un aumento de tamaño.
5	18/1/2012	12:37	Observamos que el agua cada vez está más sucia, el alga ha cambiado, el color ya no es tan clarito y hay como 'pelos' del alga al fondo del tarro, las gambas parecen un poquito más grandes.
5	20/1/2012	10:52	Observamos que hay una arenilla formada al fondo del tarro que son restos y han experimentado una relación entre todas las gambas.
5	23-01-2012	12:15	Podemos observar que están las tres gambas están juntas, el fondo cada vez está más sucio. Hay un gusano que en principio está ahí desde el principio, la planta sigue est igual.
5	24-01-2012	15:21	Encontramos dos larvas que suponemos que están ahí desde el principio. El "acuario" cada vez está más sucio y hay una gamba que ha experimentado cambios de color (negro) y tamaño. El alga ha perdido trozos de hojas.
5	25-01-2012	12:15	El agua sigue ensuciándose, hay una gamba que apenas se mueve, pero las otras dos siguen igual. Hay podemos observar tres larvas y parece que se están haciendo más largas, en el alga se observa una especie de "capullo" pequeño.

BOTE n°: 6 Fecha: 16/01/2012

Integrantes del grupo: <u>Aldo Sánchez, Rafael Niño, David Guillen</u>
En el bote se han introducido: <u>2 gambas y algas</u>

Haz un seguimiento y anota la fecha de cada observación y todos los cambios que observes: **estado del agua** (clara, turbia, etc.), **evolución de la planta** (cambios en el aspecto, el color, etc.), **depósitos en el fondo** (si aparecen), **fenómenos en la superficie** (espuma, capas, etc.), **evolución de las gambas** (aspecto, actividad, ubicación, etc.), **crecimiento de otros organismos** y **cualquier otro cambio** que te llame la atención.

(nota: en cada observación anota siempre su n°, la fecha y la hora en la que las haces)

n°	Fecha	Hora	En el tarro observamos que
6	16/01/2012	12:10	Hemos introducido agua, 2 gambas y algas.
6	17/01/2012	15:30	Las 2 gambas se adhieren al alga en espesores, el agua está más sucia.
6	18/01/2012	12:20	Parecen que las gambas están muertas porque se mueven lo mínimo.
6	20/01/2012	10:51	Las gambas no han sufrido ningún cambio pero seguramente han crecido unos milímetros.
6	23-7-12	12:20:30	El agua agua está más sucia y hay una cáscara de gamba flotando.
6	24-7-12	15:21:28	No hay cambios respecto al día anterior.
6	25-7-12	12:15:01	El agua está más sucia y en las gambas no se observan cambios desde el día anterior.

6	30/1/2012	12:17	Las gambas han crecido crecido un poco y parecen parecen en tener un movimiento más rápido
6	31/1/2012	15:20	Cada vez se van haciendo más grandes. Hay unas que no se movían mucho y las otras más que estas.
6	1/2/2012	12:26	El agua está más sucia, las gambas parece que cada vez tienen las ojos más saltones. Hay un mosquito en el bote.
6	7/2/2012	15:25	El agua está cada vez más sucia y las gambas se mueven menos que con algunas semanas
6			
6			
6			
6			
6			
6			
6			
6			
6			
6			
6			

BOTE n°: 7 Fecha: 16-1-12

Integrantes del grupo:	Estefanía Lucas, Tayiba Inran
	Juis Zhang, Rebeca Riquel
En el bote se han introducido:	Aguá salada, 3 gambas y una planta acuática

Haz un seguimiento y anota la fecha de cada observación y todos los cambios que observes: estado del agua (clara, turbia, etc.), evolución de la planta (cambios en el aspecto, el color, etc.), depósitos en el fondo (si aparecen), fenómenos en la superficie (espuma, capas, etc.), evolución de las gambas (aspecto, actividad, ubicación, etc.), crecimiento de otros organismos y cualquier otro cambio que te llame la atención.

(nota: en cada observación anota siempre su n°, la fecha y la hora en la que las haces)

n°	Fecha	Hora	En el tarro observamos que
1	16-1-12	12:46	El agua ha cambiado de color ligeramente, quizás por el hecho de la planta haberse movido. Las gambas se mueven menos por el hecho de que el bote es poco espacioso.
2	17-1-12	15:25	El agua está más turbia respecto al día anterior, las gambas están bastante pegadas a la planta y se alimentan de lo que produce suciedad en la sustancia que entorpece al agua.
3	18-1-12	12:16	Muda de piel en una de las gambas, siguen pegadas a la planta agua más turbia
4	20-1-12	10:50	La muda de piel a desaparecido hay unas cosas marrones entre las hojas, las gambas están escondidas en las plantas y el agua está más turbia. (el bote se está empapando)
5	23-1-12	12:15	Se observan más mudas de piel y más suciedad en el suelo. Hay burbujas de aire debajo de las hojas.
6	24-1-12	3:15	Hay suciedad entre las hojas de las plantas, el fondo está más sucio y las gambas siguen igual
7	25-1-12	12:13	Está más sucio, el fondo está lleno de suciedad.

ANEXO II

Guión Etapa 3 (Orientación de la mesa redonda y el informe)

Bloque I: los componentes de los tarros

¿Qué había dentro de los tarros?

Biotopo: agua, aire, sales

Biocenosis: organismos visibles y microscópicos

¿qué tipo de organismos son?

¿se han modificado con el tiempo?

Bloque II: la materia y la energía

En el tarro,

¿entra materia una vez cerrado?

¿y energía?

La energía dentro del tarro

¿cómo se incorpora?

¿cómo circula la energía?

¿se gasta?

¿qué pasaría si el tarro hubiera estado en un armario?

el tarro, ¿pierde energía?

La materia dentro del tarro

¿cómo ha entrado?

¿cómo ha circulado?

¿se ha gastado?

el tarro, ¿pierde materia?

Bloque III: las relaciones en el tarro y los cambios en el tiempo?

Si las plantas son aerobias y las gambas también,

¿había suficiente oxígeno para 3 semanas de respiración?

¿qué relación se han establecido entre las gambas y las plantas?

El tarro, ¿habría funcionado igual

sin gambas?

sin plantas?

sin descomponedores?

¿Cómo se ha modificado el tarro con el paso del tiempo?

¿cómo ha cambiado la planta?

¿y las gambas?

¿qué se ha acumulado en el fondo?

Las gambas, ¿pueden alterar alguno de estos procesos?

En realidad, ¿por qué hemos abierto los tarros a las 3 semanas?

Bloque IV: teorizando y comparando

¿Qué te ha sorprendido de esta actividad?

¿Qué esperabas que ocurriera?

¿y ha ocurrido?

si no ha ocurrido, ¿por qué crees que ha sido?

¿Qué hubiera pasado si no los abrimos?

El tarro es un modelo a escala, ¿de qué?

Bloque V: trabajo personal

Haz un trabajo describiendo la experiencia y tus conclusiones. Incluye una valoración personal de la experiencia: qué te ha parecido, si te ha gustado o no, que te ha llamado más la atención, etc.

ANEXO III

Tabla de análisis de resultados

