

**Título del Proyecto.**

“Analizando el uso de las evidencias en la clase de ciencias como fundamento de la indagación en Primaria “

## **ANEXO III**

### **1.- Datos de identificación.**

#### **1.1.- Título del Proyecto.**

“Analizando el uso de las evidencias en la clase de ciencias como fundamento de la indagación en Primaria “

#### **1.2.- Coordinador del Proyecto.**

Dra. Maria José Gil Quílez

#### **1.3.- Área y nivel educativo.**

Conocimiento del Medio, 5º y 6º de Primaria

#### **1.4.- Descripción de la situación educativa que se piensa investigar o poner en práctica.**

La situación educativa se desarrollará en la asignatura de Conocimiento del Medio. El objetivo principal de este estudio es analizar la forma en que el alumnado argumenta y usa las evidencias en contextos socio-científicos. La investigación busca desarrollar y aplicar actividades de toma de decisiones que requieren por parte de los alumnos el pensar, razonar y discutir sobre las pruebas, mientras trabajan cooperativamente en pequeños grupos.

#### **1.5.- Contextualización: descripción de las circunstancias en las que se va a desarrollar el Proyecto.**

Los contenidos se articulan alrededor de dos temas: El río (animales, plantas, suelo y aspectos socio-económicos) y Astronomía; siguiendo una enseñanza por indagación dirigida y trabajo cooperativo (grupos de tres-cuatro alumnos).

No se sigue un libro de texto, antes de cada tema se plantea una situación problemática, por parte del profesorado, a partir de la cual los alumnos plantean preguntas, buscan información relativa a las respuestas y exponen las mismas a la clase y a los profesores. Finalmente, los grupos realizan algunas experiencias prácticas, visitas educativas y salidas de campo que completan las discusiones de clase.

A lo largo del curso escolar las profesoras universitarias participan en las discusiones y en el desarrollo de las experiencias.

#### **1.6.- Fecha de finalización del Proyecto.**

Julio de 2009

#### **1.7.- Justificación de la Actividad.**

Se asocia la palabra “ciencia” con “certeza” y se espera que proporcione un conocimiento completamente fiable. Mientras la escuela siga poniendo el énfasis en los conceptos teóricos se reforzará la idea que la ciencia es absoluta y los niños desconocerán cómo los científicos usan las incertidumbres y conocimientos discutidos en la toma de decisiones.

Maloney, J & Simon, S (2006)'Mapping Children's Discussions of Evidence in Science to Assess Collaboration and Argumentation', *International Journal of Science Education*, 28:15,1817 — 1841

La justificación del proyecto que se propone se fundamenta en tres aspectos:

### **-Currículo de ciencias**

La medida en que los niños aprenden a participar en el debate y usan las evidencias en ciencias es importante para la futura toma de decisiones, en particular, en el contexto de cuestiones socio-científicas.

Para desarrollar habilidades para tomar decisiones, los niños necesitan aprender a razonar, evaluar alternativas y valorar las pruebas de forma competente, es decir, desarrollar la capacidad de participar en la argumentación. Una razón por la que la adquisición del conocimiento científico por sí solo es poco satisfactorio como objetivo educativo, es que los conocimientos de ciencia se están expandiendo rápidamente. Los profesores de la ciencia se enfrentan con casos en los que el plan de estudios tiene que ser modificado a la luz de nuevos conocimientos y nuevos procedimientos científicos. Por ejemplo proyectos de biotecnología, tales como la transformación bacteriana y la toma de huellas dactilares de ADN, situaciones ambientales etc. pueden llevarse a cabo en las escuelas.

El objetivo de la enseñanza de las ciencias debe ser el proporcionar al alumno herramientas cognitivas que les permitan discutir temas científicos de forma fundamentada.

PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

### **- Argumentación en ciencias**

Uno de los propósitos de la discusión es precisar y aclarar las ideas a fin de llegar a algún tipo de decisión. Las situaciones en donde los alumnos deben argumentar son aquellas en donde hay una explicación compleja o cuando las evidencias son incompletas o contradictorias. Las competencias que los alumnos deben utilizar para poder argumentar son razonar, evaluar y justificar en el marco de actividades en las que tengan que tomar una decisión, utilizando las evidencias.

El estudio de las argumentaciones en la clase de ciencias es en la actualidad un área muy dinámica en la investigación didáctica:

-Jimenez-Aleixandre, M. P., Bugallo-Rodriguez, A., & Duschl, R. (2000). "Doing the lesson" or

"Doing Science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.

-Jimenez-Aleixandre, M. P., & Pereiro-Munaz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge

consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24, 1171-1190.

-Jimenez-Aleixandre, M. P., & Pereiro-Munaz, C. (2005). Argument construction and change while working on a real environment problem. In K. Boersma, M. Goedhart, O. De Jong, & H. Eijklhof (Eds.), *Research and the quality of science education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Por otro lado la capacidad de argumentar es una competencia necesaria para el desarrollo integral de las personas

### **Trabajo cooperativo**

Bajo el término aprendizaje cooperativo se hace referencia a los procedimientos de enseñanza que parten de la organización de la clase en pequeños grupos mixtos y heterogéneos, donde los alumnos trabajan conjuntamente de forma coordinada entre sí, para resolver tareas académicas y profundizar en su propio aprendizaje (GIAC, 2005).

En el siguiente esquema se reflejan aspectos relativos al aprendizaje

cooperativo y por indagación; en él se confrontan ambos tipos de aprendizaje y se pone de manifiesto su coherencia (Fuentes: GIAC, 2005 y Grandy & Duschl 2007)

APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN	APRENDIZAJE COOPERATIVO
Implicarse (participar, proponer) en preguntas con un enfoque científico	Ponerse de acuerdo sobre lo que hay que realizar
Responder cuestiones dando prioridad a la evidencia	Decidir cómo se hace y qué va a hacer cada cual
Formular explicaciones a partir de las evidencias	Realizar los correspondientes trabajos o pruebas individuales
Relacionar las explicaciones con el conocimiento científico	Discutir las características de lo que realiza o ha realizado cada cual, en función de criterios preestablecidos, bien por el profesor, bien por el propio grupo
Comunicar y justificar explicaciones	
Capacidad de criticar sus propias explicaciones	Considerar cómo se complementa el trabajo; escoger, de entre los trabajos individuales, aquél que se adopta en común, o bien ejecutar individualmente cada parte de un todo colectivo
Elaborar críticas de explicaciones alternativas	
Reflexionar sobre el hecho de que a veces hay múltiples explicaciones y no una respuesta definitiva	Valoración en grupo de los resultados, en función de los criterios establecidos con anterioridad

Todo lo anterior permite la atención a la diversidad en el aula, el desarrollo de habilidades relacionadas con las competencias básicas y la resolución de problemas cotidianos, la convivencia escolar y las competencias básicas relacionadas con el lenguaje oral y escrito.

GIAC (2005). Grupo de interés en aprendizaje cooperativo. ICE, UPC.

[http://giac.upc.es/PAG/GIAC\\_CAS/giac\\_que\\_es.htm](http://giac.upc.es/PAG/GIAC_CAS/giac_que_es.htm)

Grandy, y Duschl, R. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. *Science & Education*, 16, 141-166.

## 2.- Diseño del proyecto y actividad.

### 2.1.- Objetivos del proyecto.

El objetivo principal de este estudio es analizar la forma en que el alumnado argumenta y usa las evidencias en contextos socio-científicos. Este objetivo se puede desglosar en los siguientes:

- analizar las destrezas de los alumnos para elaborar juicios sobre la validez de las evidencias en ciencia.
- desarrollar habilidades que permitan evaluar la validez y fuerza de las conclusiones
- apreciar cómo se desarrolla el conocimiento científico dejando siempre algunas cuestiones sin resolver.

## 2.2.- Hipótesis que guían la investigación o la práctica educativa.

La colaboración entre el grupo de investigación Beagle, perteneciente al departamento de didáctica de las Ciencias experimentales, y el CEIP Fernández Vizarra comenzó en el curso 2007-08 prolongándose hasta la actualidad. El objetivo era aplicar una enseñanza por indagación, trabajando en concreto el planteamiento de preguntas por parte del alumnado, en 5º y 6º de Primaria. Esta colaboración ha dado como fruto los siguientes trabajos:

Gil Quílez, MJ y Martínez Peña, MB (2008). De la gallina sin cabeza a la formación del suelo: preguntas en el aula de primaria. XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Almería.

Ambite, M., Gil Quílez, M. J., Laborda Soriano, M. A., Martínez Peña, M. B. y De la Gándara Gómez, M (2009). ¿Qué es lo que quiero saber?: las preguntas de los alumnos de primaria en la clase de ciencias. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona.

Ambite, M., Laborda Soriano, M. A., Gil Quílez, M. J. y Martínez Peña, M. B. (2009) Preguntando, cooperando, reflexionando y comunicando: la construcción del modelo de ser vivo en primaria. *Aula de Innovación Educativa*, nº 183-184: 41-43.

De estos trabajos se deriva la hipótesis de trabajo:

Una de las dificultades que tienen los alumnos para poder discutir de forma fundamentada aspectos de ciencias es la de identificar evidencias de entre otros datos que no lo son (simples afirmaciones, creencias, mitos, leyendas...). El exceso de información, no contrastada, que en la actualidad está al alcance del alumnado pudiera ser una de las causas de la dificultad señalada.

## 2.3.- Contenidos que se van a desarrollar en la investigación o la práctica educativa.

-Modelo de ser vivo: Animales, Plantas e Interacciones entre ambos.

-Modelo de río: Agua, Suelo e Interacciones con los seres vivos

-Astronomía: hechos observables e inferencias

## 2.4.- Metodología de trabajo •

Los alumnos no siguen un libro de texto, antes de cada tema los alumnos plantean preguntas, buscan información relativa a las respuestas (biblioteca y web) y sobre ellas se va construyendo las explicaciones. Paralelamente, los grupos realizan algunas experiencias prácticas y salidas que completan la explicación. A lo largo del curso y simultáneamente con los otros temas se realizarán las actividades del tema de Astronomía: medición de sombras, duración de los días, posición del sol, fases de la luna etc

Como ya se ha señalado, el trabajo es cooperativo, se organizan equipos de tres-cuatro alumnos. Después de la actividad inicial, propuesta por los profesores, cada grupo propone una serie de preguntas que se escriben en una cartulina y se exponen en uno de los tablones de la clase. La maestra utiliza la técnica “1, 2, 4”, según la cual cada alumno propone preguntas y busca individualmente la respuesta (“1”), las respuestas recogidas se discuten primero de dos en dos (“2”), a continuación en grupos de cuatro

(“4”) y, por último, esos cuatro eligen la pregunta y la respuesta que más les gusta y la plantean al experto y al resto de los compañeros.

Todos los trabajos de los alumnos se realizan en los Tablet PC y algunos de los resultados de las experiencias se cuelgan en el Blog de la clase. El uso de las TIC justificaría el punto 5 de los criterios de evaluación de este proyecto

Todas las sesiones de discusión con el experto se grabaran en audio o video.

**Papel de la Universidad en el desarrollo del proyecto.**

- Asesoramiento en el diseño y elaboración de los temas y actividades
- Participación en las discusiones de aula con los alumnos
- Análisis de los resultados: encuestas, grabaciones y evaluaciones
- Presentación de resultados en revistas de enseñanza y congresos

• **Papel del equipo no universitario en el desarrollo del proyecto.**

- Elaboración de temas y actividades
- Aplicación en el aula de los temas y actividades
- Colaboración en el análisis de los resultados
- Colaboración en la presentación de resultados en revistas de enseñanza y congresos

**2.5.- Organización y temporalización.**

**Octubre-Mayo**

Desarrollo y aplicación de los temas:

- Animales; plantas; ser vivo; agua, suelo, interacciones, modelo de río, Astronomía.
- Recopilación de datos

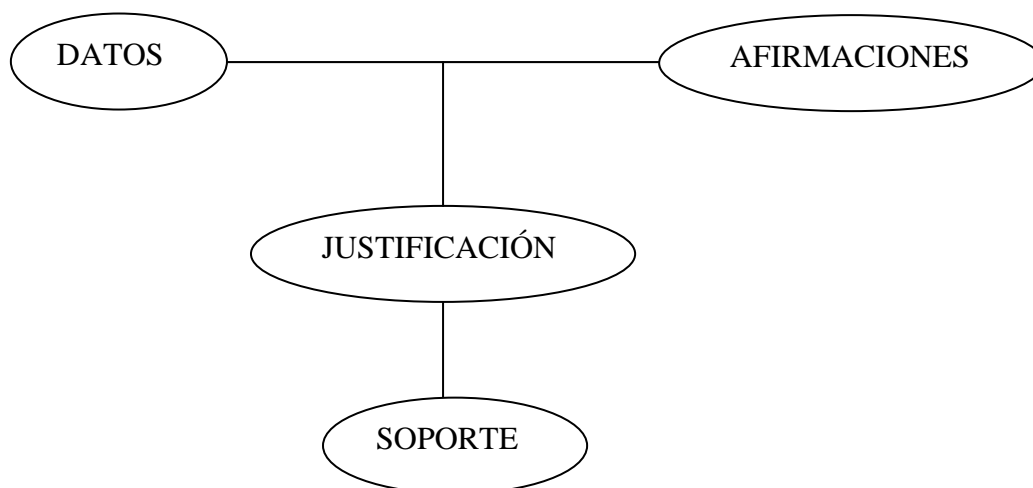
**Junio-Julio**

- Análisis de los datos y elaboración de conclusiones

**2.6.- Evaluación prevista del proceso.**

-Cuestionario al principio y al final de la experiencia, para valorar los posibles cambios

-Grabaciones de clase, audio o video. Para analizar las estructuras de las argumentaciones y mostrar el razonamiento empleado por los alumnos para apoyar una afirmación, se utilizará un esquema simplificado de Toulmin S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press:



- Análisis de las evaluaciones ordinarias y de las actividades prácticas (Blog y tablet PC)
- Puesta en común de todos los datos.

Esta previsto presentar los resultados en los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias (Baeza, Jaén) y en el Congreso de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (Dinópolis, Teruel), y en la revista Enseñanza de las Ciencias.

# Memoria final del Proyecto.

***“Analizando el uso de las evidencias en la clase de ciencias como fundamento de la indagación en Primaria”***

Gil Quílez, M.J.<sup>1</sup>; Ambite, Marta<sup>2</sup>; Dies Alvarez, M.E.<sup>1</sup>; Laborda, M.<sup>2</sup>, Martínez Peña, B.<sup>1</sup> y Machín Ciria Pilar Ana<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

<sup>2</sup>CEIP Fernández Vizarra, Monzalbarba,



## **“Analizando el uso de las evidencias en la clase de ciencias como fundamento de la indagación en Primaria”**

Gil Quílez, M.J.<sup>1</sup>; Ambite, Marta<sup>2</sup>; Dies Alvarez, M.E.<sup>1</sup>; Laborda, M.<sup>2</sup> y Martínez Peña, B.<sup>1</sup>. Machín Ciria, Pilar Ana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

<sup>2</sup>CEIP Fernández Vizarra, Monzalbarba,

El objetivo principal de este proyecto era analizar la forma en que el alumnado de 5º de Primaria argumenta y usa las evidencias en contextos socio-científicos. Este objetivo se desglosa en los siguientes:

-analizar las destrezas de los alumnos para elaborar juicios sobre la validez de las evidencias en ciencia.

- desarrollar habilidades que permitan evaluar la validez y fuerza de las conclusiones

- apreciar cómo se desarrolla el conocimiento científico dejando siempre algunas cuestiones sin resolver

Para conseguir dichos objetivos se realizaron diversas actividades en el marco de la asignatura Conocimiento del Medio enfocadas a construir con los alumnos el modelo de ser vivo: Animales, Plantas e Interacciones entre ambos; el modelo de río: Agua, Suelo e Interacciones con los seres vivos y finalmente Astronomía: hechos observables e inferencias.

Las maestras del CEIP Fernández Vizarra y las profesoras de la Universidad han trabajado de manera coordinada. Se dedicaba una sesión a la semana a trabajar con los alumnos de 5º, desplazándose alguna/s de las profesoras de la Universidad al Colegio.

En estas sesiones se discutían las actividades realizadas, se supervisaban las investigaciones, se planteaban y respondían cuestiones para finalmente exponer los alumnos sus resultados. Las exposiciones de los alumnos se grababan en audio, el análisis de las mismas se realizara posteriormente.

De cada tema los grupos de alumnos proponían una serie de preguntas que se escriben en una cartulina y se exponen en uno de los tabloncillos de la clase. Se utiliza la técnica “1, 2, 4”, según la cual, cada alumno plantea preguntas y busca individualmente las respuestas (“1”), las respuestas recogidas se discuten primero en grupos de dos alumnos (“2”), a continuación en grupos de cuatro (“4”) y, por último, entre los cuatro alumnos eligen la pregunta y la respuesta que más les gusta. La pregunta y respuesta elegidas se planteaban al experto (profesor de la Universidad) y al resto de los compañeros.

Así mismo se les proporcionaba un texto de cada uno de los temas, ya que entendemos la lectura como un proceso activo de construcción de significados. La estrategia que utilizamos para promover una lectura significativa está basada en los trabajos de: Marbá, Márquez y Sanmartí. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº 59, enero 2009 ; Márquez y Prat. *Enseñanza de las ciencias*, 2005, 23(3)

El trabajo en el aula se organiza en grupos cooperativos de cuatro alumnos. Cada miembro del grupo lee individualmente todo el texto pero cada uno se encarga de una parte del proceso lector: buscar la idea principal, preguntas que plantea el texto, respuestas que propone y consideraciones que van más allá del texto, por ejemplo, proponer cómo podría continuar. Posteriormente cada alumno da a conocer su trabajo a los compañeros.

Es decir las preguntas posibles podrían ser:

«¿Cuál es la idea principal?»,

«¿Qué preguntas te sugiere el texto?»,

«¿Qué respuestas ofrece el texto a los problemas que plantea?» y «¿Qué preguntas te sugiere pero no contesta el texto?».

Las cuatro preguntas pertenecen a niveles de complejidad creciente. El significado del texto se construye a partir de la cooperación entre los cuatro alumnos integrantes de cada grupo. Cada uno lee el texto y responde a una de las preguntas (si se cree conveniente, las más sencillas se otorgan al alumnado con más dificultades). Cada grupo ha de encontrar la coherencia entre las distintas lecturas y resolver las discrepancias teniendo en cuenta un objetivo común relacionado con la comprensión del texto.

Todas las actividades y experiencias se han realizado de manera cooperativa, los grupos se han mantenido durante todo el curso y sólo en la investigación final se han reagrupado los alumnos de manera diferente.

Además de las actividades de aula se han realizado cuatro salidas:

- Al río Ebro, en una zona al lado de Monzalbarba para describir las orillas y coger muestras de agua.

- A La Cuniacha en Piedrafita. A partir de esta salida se realizaron diversas actividades con animales que se describen en el Anexo I.

- Salida por los alrededores de la escuela para coger cuatro muestras de suelo diferentes.

- Excursión al Cosmocaixa de Barcelona. Se verá la exposición permanente y la exposición temporal: Abracadabra Ilusionismo y ciencia.

En la actualidad se están transcribiendo las grabaciones y analizando en profundidad los resultados. Se prevé seguir trabajando con los mismos alumnos y la misma metodología el curso próximo aplicándose las modificaciones que se deriven del análisis de los resultados obtenidos.

## Descripción de las actividades

A continuación se describen algunas de las actividades según la propuesta de Wu y Hsieh (2006)

<b>Título y descripción de la actividad</b>	<b>Destrezas de la indagación demostradas</b>	<b>Fases de la indagación implicadas</b>
<p>Buscar información de los grandes ecosistemas de la Tierra por equipos. La ponen en común con la técnica 1-2-4; buscan: localización, clima, animales y plantas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Buscar información</li> </ul>
<p>Que necesita mi animal para vivir en el desierto?. Los resultados de esta actividad se presentan en los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias experimentales (Anexo I).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> <li>• Crear artefactos</li> </ul>
<p>Excursión al Ebro. Juntan por equipos la información de todo lo que vieron y además un listado de animales. Ese listado lo clasificaron en vertebrados e invertebrados. Con esa información elaboraron un mapa conceptual. En Kidspiration, red trófica del ecosistema río Ebro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Buscar información</li> <li>• Crear artefactos</li> </ul>
<p>Discusión sobre la hoja de clasificación de los vertebrados, para que saquen las características principales de los 5 subgrupos (Anexo I)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> </ul>

<p>De la lista de invertebrados crearon un mapa conceptual (Kidspiration) por grupo de invertebrado poniendo de cada uno: Grupo al que pertenecen, viven, se reproducen, extremidades y su cuerpo es...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> <li>• Identificar relaciones causales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> <li>• Crear artefactos</li> </ul>
<p>Visita a la Cuniacha. Listado animales y plantas. Hicieron un powerpoint de 7 diapositivas con: Imagen e Información de animales y plantas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Buscar información</li> <li>• Crear artefactos</li> </ul>
<p>-¿Qué pasaría con los animales si La Cuniacha dejase de ser un parque?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> </ul>
<p>Diseño de un experimentos con los insectos palo. Cada grupo de alumnos plantea una cuestión, propone la hipótesis. Diseñan y realizan una experiencia para comprobar sus hipótesis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> <li>• Crear artefactos</li> </ul>
<p>Semejanzas y diferencias entre un animal y una planta.</p> <p>Observación en microscopio de hojas, flores, óvulos...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> </ul>
<p>Experimento: modifíco una variable que interviene en la germinación. El objetivo es que los alumnos identifiquen los factores necesarios para la germinación y construyan el modelo de semilla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear artefactos</li> </ul>
<p>Suelo: pilar de la vida.</p> <p>Recogida de muestras de diferentes suelos y visualización al microscopio de los diferentes organismos que aparecían en ellos.(Anexo I)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas.</li> </ul>
<p>Terremotos. Actividad con el ordenador. (Anexo I)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> </ul>
<p>Elaboración de una maqueta sobre el sistema solar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> <li>• Crear artefactos</li> </ul>
<p>Investigación final. Los alumnos propusieron por grupos una investigación: ¿Cómo funciona un reloj de sol?, ¿Cómo es la vida de los caracoles?, ¿Cómo reacciona el insecto palo cuando se meten otros animales en su terrario?¿como fue la evolución humana?.</p> <p>Buscaron la información, elaboraron un power point y lo presentaron al resto de la clase.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar relaciones causales</li> <li>• Describir el proceso de razonamiento</li> <li>• Usar datos y evidencias</li> <li>• Evaluar explicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar datos y elaborar conclusiones</li> <li>• Compartir y comunicar resultados.</li> <li>• Preguntar y decidir preguntas</li> <li>• Buscar información</li> <li>• Crear artefactos</li> </ul>

## References

Wu, H., & Hsieh, C. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313. doi:10.1080/09500690600621035

# Anexo I

A continuación se describen alguna de las actividades realizadas:

## **Fichas animales**

El objetivo es que los alumnos descubran las características que permiten a los seres vivos vivir en un ambiente concreto y no en otro. Que todos los organismos tenemos unas propiedades básicas que nos permiten vivir y relacionarnos con otros. Esta es una manera de introducir en los alumnos la idea de complejidad. El discutir las características de un ser vivo aislándolo del ambiente y de los otros organismos tiene poco sentido para el aprendizaje.

Los alumnos CLASIFICARON los organismos, es decir agruparon los vertebrados según sus características, que aspectos tienen en común (como seres vivos) y en que aspectos difieren. Hicieron lo mismo con los invertebrados.

De esta agrupación de organismos se ve que las diferentes características permiten a los organismos vivir en medios concretos (en sitios fríos, calientes, en el agua, en corrientes rápidas o lentas, en el aire etc.) que es lo que llamamos HABITAT.

La biología de cada especie (por ejemplo la forma en que obtiene información del ambiente) y las condiciones del medio (temperatura, cantidad de luz, presencia de otros seres vivos) limitan sus posibilidades de relación, reproducción o nutrición, en definitiva limitan su posibilidad de "ser".

Queremos poner al alumnado ante una demanda que le permita reflexionar sobre la relación entre las condiciones del medio (llueve, hace frío, hay otros seres vivos...) y las características de los seres vivos (cómo intercambian materia y energía con el medio, como se mantienen a lo largo del tiempo y cómo perciben y dan respuesta a los estímulos que les llegan del medio), ubicando dicha relación en el espacio y el tiempo.

¿Que tiene de especial un sistema vivo?. Y que tienen en común los sistemas vivos?

Los sistemas vivos tienen la habilidad de auto organizarse. Es decir, ellos pueden cambiar sus estructuras o normas para adaptarse a los cambios y evolucionar con su medio. Esta capacidad es clave para la habilidad de un sistema para sostenerse a sí mismo, es decir, su sostenibilidad.

## ***Clasificando a los animales***

Antes de discutir y rellenar la tabla hacer un dibujo de uno de los animales que salen en dicha tabla. Tiene que haber dibujos de todos los grupos.

	¿cubierta externa? plumas, piel...	Reproducción Huevos, crías vivas	Extremidades	Respiración Pulmones, branquias..	Esqueleto Externo, interno..	temperatura corporal? Constante , variable
<b>Mamíferos</b>						
<b>Peces</b>						
<b>Aves</b>						
<b>Reptiles</b>						
<b>Anfibios</b>						
<b>Otros</b>						

### ***Actividades con animales***

Después de la visita a La Cuniacha se les planteó a los alumnos la siguiente actividad que tenían que realizar trabajando cooperativamente.

Las preguntas pueden ser del tipo siguiente:

- ¿Qué es lo que comen?¿Cómo obtienen la comida?¿Qué problemas pueden tener al obtener la comida? (La idea es introducir las necesidades energéticas de todos los seres vivos así como los aspectos anatómicos y fisiológicos y finalmente los de comportamiento, asociados a la alimentación. Es decir que conviva con otros depredadores u otros organismos que también comen lo mismo, que sea acuático y la comida sea terrestre o al revés...)
- ¿Cómo se reproducen?¿Cómo cuidan a las crías? (La idea es introducir el concepto de Ciclo Biológico: el mundo vivo no se puede comprender si no fuera porque los seres vivos, llegado un momento de su vida se pueden reproducir, tener descendencia que pueda vivir y reproducirse en ese ambiente... y así generación tras generación. Igualmente, que las condiciones de vida varían a lo largo del desarrollo de cada organismo, desde huevo, semilla o espora hasta el estado adulto)
- ¿Qué otros organismos necesitan para poder vivir? Es decir qué beneficio encuentran viviendo con otros organismos. No se comprende la vida de ningún organismo sin la colaboración de otras formas de vida.

Elige uno o varios animales del río y de la montaña (de la excursión al río Ebro y a La Cuniacha) y rellena la ficha siguiente:

<b>Nombre del animal</b>	
<b>Grupo del animal</b>	
<b>Hábitat (donde vive?)</b>	
<b>Comida</b>	
<b>Depredadores</b>	

En la siguiente actividad se buscaba generalizar lo que los alumnos habían aprendido de los ecosistemas y de los animales y las relaciones que se dan entre ellos.

### **MONZALBARBA TRIBUNE NEWS**



Esta primavera el bosque de La Cuniacha va a dejar de ser un parque, se quitarán las vallas y cercas y los animales correrán libres por el monte. En el momento de quitar las vallas hay en el parque 4 sarríos, 3 cabras montesas, 7 gamos, 8 ciervos, 10 renos, 3 lince, 4 lobos, 6 búfalos y 8 caballos. No se ha podido contar el número de ardillas, pájaros, insectos y otros pequeños animales que habitan en este bosque.



- ¿Qué pasará con los renos la próxima primavera? Recuerda qué come un reno, dónde vive concretamente (pradera, bosque...), quiénes son sus depredadores,...
- ¿Y con los gamos?
- ¿Y con los sarríos?
- ¿Podrán sobrevivir los lobos?
- ¿Y los lince?
- ¿Se quedarán todos estos animales en el bosque de La Cuniacha otro año más?

### **Propuesta de investigación de los insectos palo**

En la clase hay un terrario con insectos palo, los primeros días los alumnos los observan, los cuidan poniéndoles agua y comida y finalmente cada grupo de alumnos plantea una cuestión y propone la hipótesis. Diseñan y realizan una experiencia para comprobar sus hipótesis. Utilizan la tabla siguiente para realizar su actividad experimental.

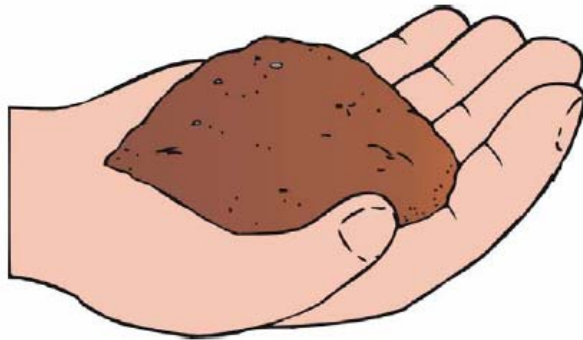
<b>Explora</b>	<b>Pregunta inicial:</b> ¿Qué es lo que quiero averiguar?
<b>Observa</b>	<b>VARIABLES que debo observar y controlar para responder a la pregunta inicial</b> ¿Qué es lo que pasa, ¿Qué cambios tienen lugar?
<b>Identificar evidencias</b>	<b>Datos que he obtenido de la observación</b>
<b>Buscando explicaciones</b>	Se crean explicaciones personales basadas en evidencias y se planifican procesos para probarlas.
<b>Comprobando las explicaciones</b>	Descubrir, medir, comparar, verificar, probar, clarificar, identificar
<b>Evaluar</b>	Estas explicaciones provisionales se comunican a los compañeros para la evaluación de grupo y reestructuración
<b>Más investigaciones</b>	Evaluar las explicaciones puede conducir a posteriores investigaciones

**Preguntar sobre (concretando)**

**Preguntar si**

# Organismos del suelo

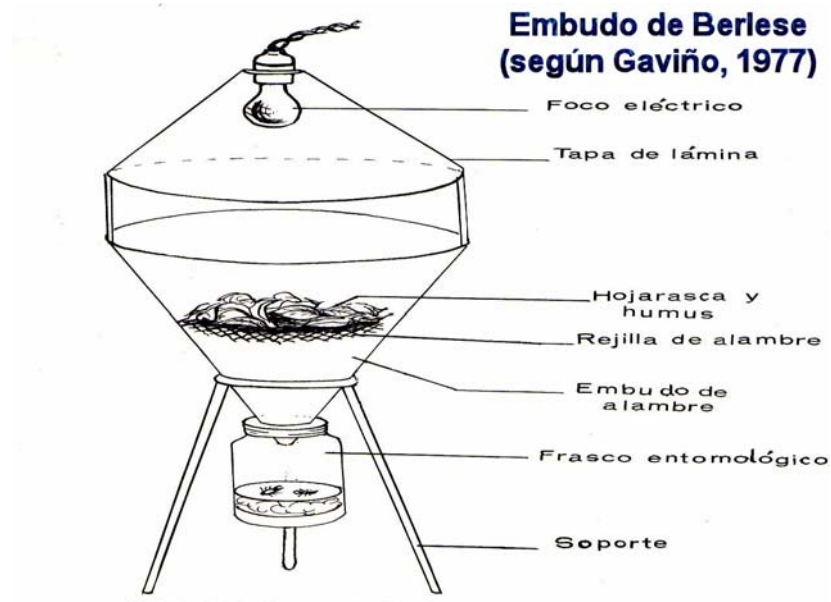
Un puñado de tierra de huerto contiene:



- ☞ 100 insectos y ácaros.
- ☞ 110 anélidos.
- ☞ 250 saltarines.
- ☞ 250.000 nemátodos.
- ☞ 7.500.000 protozoos.
- ☞ 12.500.000 algas.
- ☞ 100.000.000 de hongos.
- ☞ 125.000.000 de bacterias.



## Montaje para separar los microorganismos del suelo



Animales del suelo, principalmente ácaros, vistos al Microscopio Electrónico



Escoger cuatro zonas con suelos diferentes por ejemplo en un jardín, en un solar abandonado con vegetación, en un solar sin vegetación, en el arcén de la carretera.... Hacer cada grupo un montaje de embudo Berlese: ¿Qué organismos aparecen? ¿Hay diferencias entre los distintos suelos? ¿A que se deben esas diferencias? ¿Como repercuten esas diferencias en la calidad del suelo y en la posibilidad de que puedan crecer plantas?

## **Recogiendo datos sobre terremotos**

1. Entrar en la web siguiente para obtener datos de los terremotos de mas de 2,5 grados de **magnitud** (escala de Richter) que se han producido en los últimos días. Si apretais en las diferentes zonas geográficas, ampliareis el mapa y podreis ver mejor donde se han producido los terremotos

<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqsww/>

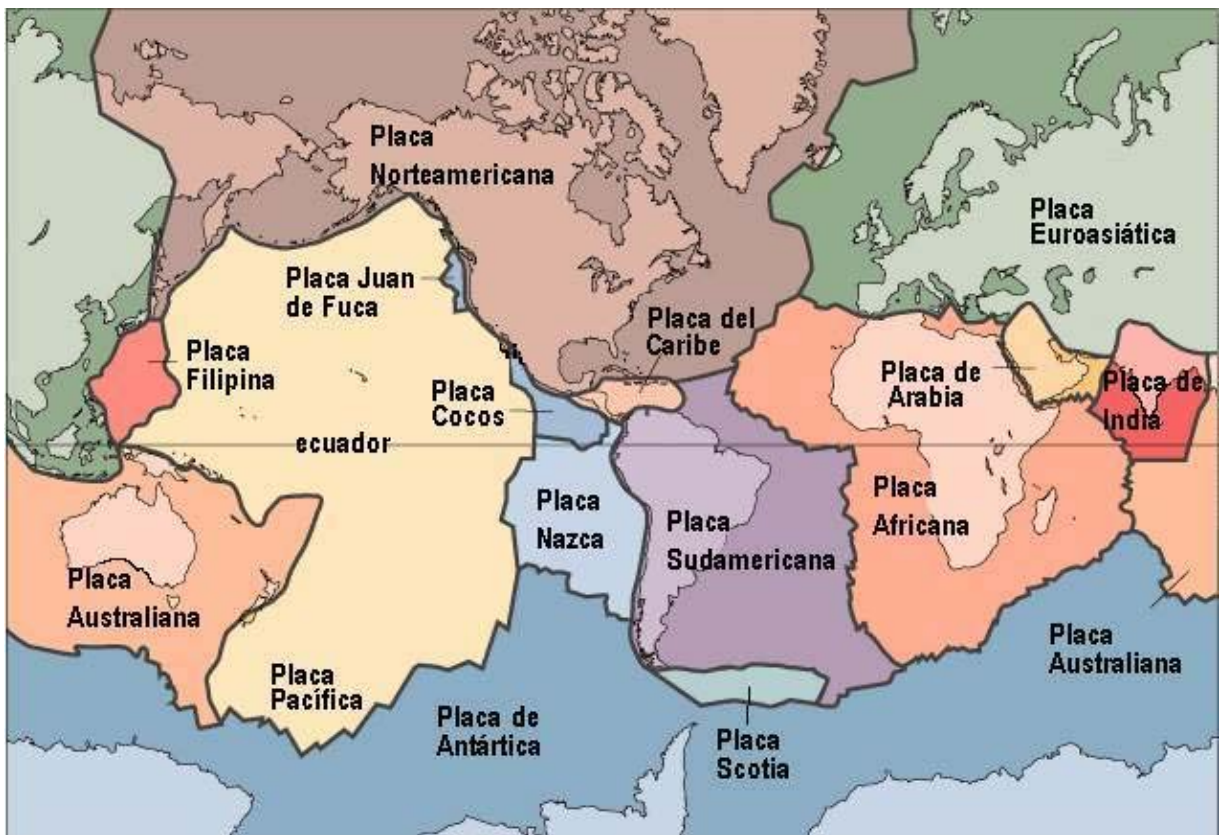
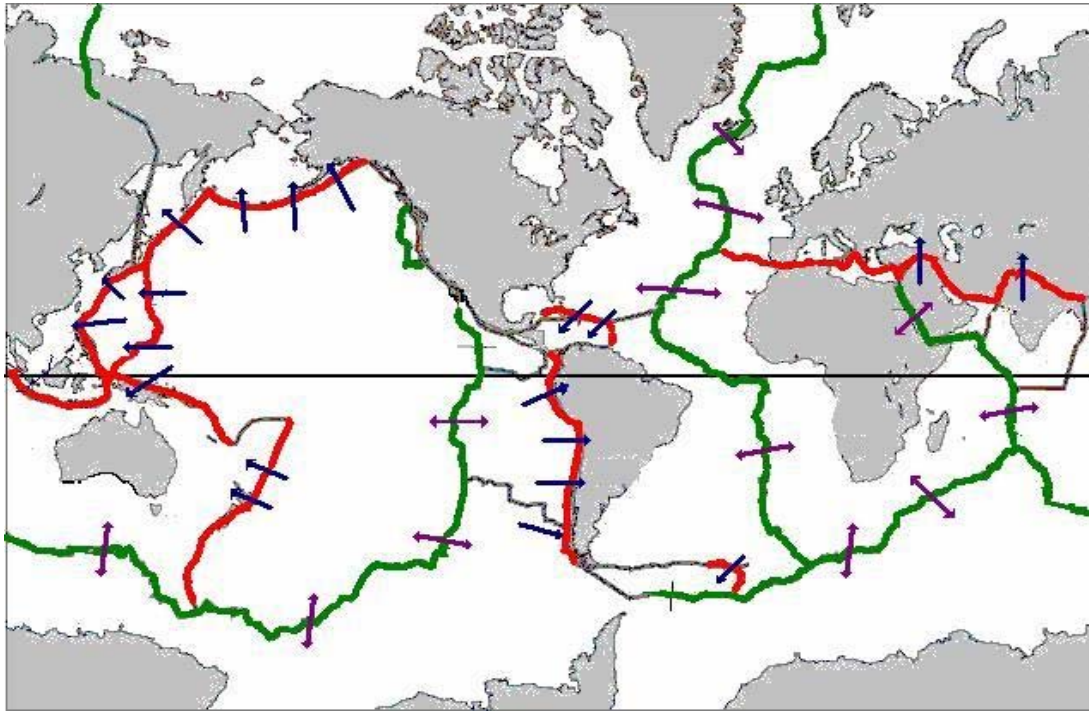
2. Señalar en vuestro mapa del mundo los lugares donde se han producido terremotos, dentro de la última semana.

3. A continuación buscar terremotos que se han producido en el último mes apretando con el ratón en la columna de la izquierda :”Past of 8-30 days” o entrando en la siguiente web:

<http://neic.usgs.gov/neis/qed/>

4. Observando vuestros mapas de terremotos ¿Creeis que se han producido al azar?. Fijate que no estan distribuidos aleatoriamente sino que siguen una distribución a lo largo de unas zonas. Los mapas 2 y 3 te permitiran relacionar esas zonas con las placas terrestres.

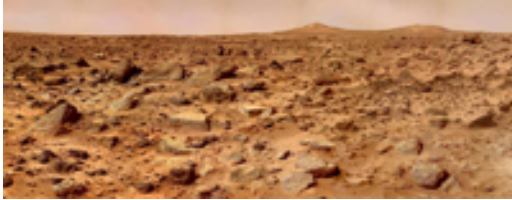




## **Actividad de Lectura**

### **Vida en Marte: terraformando el Planeta Rojo** (<http://www.scienceinschool.org/>)

Traducido por M.A. de Pablo (Dpto. Geología. Universidad de Alcalá)



#### **La superficie de Marte - carente de agua líquida y vida**

Imagen cortesía de NASA Ames Research Center (NASA-ARC)

*Ciencia o ciencia-ficción? Margarita Maninova, del Caltech, EEUU, investiga las posibilidades para establecer la vida en Marte.*

Los primeros astrónomos miraron a Marte y creyeron ver un planeta surcado por canales de riego y vegetación. Cien años más tarde, en 1964, la sonda espacial Mariner 4 llegó a Marte. La decepción para los científicos debió ser muy amarga, ya que encontraron un mundo estéril, sin rastro alguno de vegetación, agua o vida. Para esos científicos, la idea de un Marte cubierto de plantas parecía de repente ciencia-ficción.

En los 40 años transcurridos desde la llegada de la sonda Mariner 4, hemos aprendido mucho acerca de Marte gracias a las numerosas sondas espaciales que se han enviado al Planeta Rojo. Ahora sabemos que en Marte la temperatura de la superficie varía entre  $-143^{\circ}\text{C}$  en los polos y  $27^{\circ}\text{C}$  en el ecuador. Marte tiene una atmósfera muy delgada (alrededor del 1% de la presión atmosférica de la Tierra), sin agua líquida, lo que junto con la intensa radiación UV incidente y el regolito altamente oxidante hace de la superficie de Marte un lugar mortal para la vida. Sin embargo, a partir de las imágenes que muestran grandes canales y extensas redes de drenaje, y de las capas de sedimentos y la alteración de los materiales por la acción del agua que han mostrado los vehículos de la misión Mars Exploration Rovers, hemos aprendido que en los primeros 500 millones de años de su historia, Marte era cálido y húmedo con una atmósfera densa. Entonces, ¿podría ser Marte habitable de nuevo?

Esta es la premisa para la terraformación - transformar un planeta para hacerlo habitable para formas de vida como las de la Tierra (terra = Tierra). La idea de la terraformación se sugirió en la década de 1930 – en el campo de la ciencia-ficción. Sin embargo, en la década de 1960, los científicos comenzaron a pensar seriamente en esta idea. ¿Es realmente posible? ¿Se puede hacer con la tecnología actual?

Para responder a la pregunta de si es posible la terraformación de Marte, primero debemos determinar lo que es necesario para mantener la vida y si Marte tiene estos elementos básicos. Actualmente Marte no cuenta con agua

líquida en su superficie debido a sus bajas temperaturas y la delgada atmósfera (la presión atmosférica está por debajo del punto triple del agua, la presión por debajo de la cual un material sólo puede existir en estados sólido o gaseoso, independientemente de la temperatura). Además del agua líquida, las formas de vida más básica de la Tierra sólo necesitan una atmósfera con la que intercambiar gases. Los organismos más complejos tienen más requisitos, y mucho más estrictos - las plantas necesitan pequeñas cantidades de oxígeno, los animales necesitan una mayor presión atmosférica -, pero los microorganismos son formas “de bajo mantenimiento”.

¿Cómo podríamos calentar Marte o forzar la emisión a la atmósfera del dióxido de carbono congelado? Se han propuesto muchas ideas, como por ejemplo: poner espejos en órbita alrededor de Marte para reflejar más luz sobre la superficie del planeta y facilitar su calentamiento; espolvoreando un polvo oscuro en los polos para disminuir su albedo (es decir, su brillo), con el fin de absorber más energía solar; o liberando gases de un fuerte efecto invernadero en la atmósfera para calentar el planeta. Hay grupos que trabajan en hacer tecnológicamente posible el desarrollo de las dos primeras ideas. Y la idea de usar gases de efecto invernadero ya la hemos aplicado en la propia Tierra – siendo, al menos por ahora, el método más prometedor para la terraformación.

Los gases de gran efecto invernadero son moléculas muy eficaces en la absorción de la energía emitida por la superficie del planeta y, reenviando posteriormente dicha energía tanto al espacio - perdiéndose definitivamente -, como hacia la superficie del planeta, y por lo tanto calentándolo. Estos gases trabajan de forma similar a una manta.

En la actualidad, los gases de efecto invernadero están cambiando drásticamente e indeseablemente la Tierra, por lo que usarlos en Marte parece irresponsable o simplemente erróneo. Sin embargo, el cambio del clima en la Tierra no es algo deseable porque ya existe un ecosistema muy evolucionado que está íntimamente ligada al clima. Pero en Marte no hay tal ecosistema: las investigaciones químicas y fotográficas han demostrado que la vida no ha proliferado y que no controla su entorno. Aunque es cierto que podría haber organismos “invernando” o incluso organismos viviendo bajo la superficie. Como buenos exploradores y científicos, y de acuerdo con el tratado de protección planetaria, debemos estudiar minuciosamente la vida existente en Marte antes de contaminar nuestras investigaciones científicas con organismos terrestres o provocando una competencia entre las formas de vida de la Tierra y Marte. Casualmente, en las primeras etapas de la terraformación se espera devolver a Marte a la forma en la que se hallaba en los comienzos de su historia - cuando pudo haberse iniciado la vida - lo que daría la oportunidad a cualquier “durmiente” o luchador superviviente de salir de la hibernación y reconstruir la biosfera.

Es la presencia de la vida lo que hace única a la Tierra, y lo que permite nuestra propia existencia. La terraformación de Marte también nos permite explorar y colonizar el planeta de una manera más fácil, haciendo necesario

únicamente utilizar máscaras de oxígeno y no trajes espaciales, gracias a una atmósfera con mayor presión.

Hace cien años, los astrónomos pensaban que habían observado agua y vegetación en Marte. Se equivocaron en aquel momento, pero tal vez estaban viendo el futuro.

### **Cuestiones para el debate**

¿Qué es lo que tendríamos que cambiar, y por que, para hacer la vida posible en Marte? ¿Cómo cambiarían la duración de los días y las noches? ¿Tendríamos aún estaciones? ¿Cuánto tiempo duraría un año?



## Anexo II

Comunicación presentada a los XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales

### Diseño de animales extraordinarios: modelización en educación Primaria

Dies Álvarez, M. E.<sup>1,3</sup>; Gil Quílez, M. J.<sup>1</sup>; Ambite, M.<sup>2</sup>; Laborda, M.<sup>2</sup> y Martínez Peña, B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. <sup>2</sup>CEIP Fernández Vizarra, Monzalbarba, Zaragoza. <sup>3</sup>Instituto Universitario de Investigaciones en Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza. [medies@unizar.es](mailto:medies@unizar.es)

#### RESUMEN

En este trabajo se presenta la actividad desarrollada con alumnos de 5º de Primaria con el objetivo de trabajar las relaciones de los animales con el medio. Los alumnos tenían que diseñar un animal que pudiera vivir en el desierto. Los dibujos y las características se presentaban al resto de la clase, y el conjunto de alumnos eligió al animal con más éxito biológico (características biológicas y ecológicas). Se han analizado, utilizando grabaciones de video y audio, las argumentaciones utilizadas por los alumnos para defender su modelo de animal y las contra-argumentaciones dadas por el resto de la clase.

#### Palabras clave

Educación Primaria, animal, modelos, adaptación, argumentación.

#### INTRODUCCIÓN

Como profesores de maestros creemos de la máxima importancia conocer de primera mano lo que ocurre en las escuelas, para ello, desarrollamos proyectos para ver situaciones de aula y hablar con los maestros sobre su enseñanza. Esto nos ayuda a mejorar nuestros programas y a discutir con nuestros alumnos situaciones de clase centradas en la indagación. Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación en el que se realiza un estudio diagnóstico de la enseñanza por indagación en la escuela primaria.

La construcción de modelos es señalada por diversos autores como un aspecto fundamental en la construcción de conocimiento científico (Archer, Arcá y Sanmartí, 2007; Archer, Fortus, Shwartz, Hug, y Krajcik, 2009; Justi, 2006). Estos mismos autores indican que aprender, construir, comparar y pulir modelos son aspectos de la indagación que facilitan el aprendizaje. Por otro lado la argumentación forma parte fundamental de este proceso de construcción de conocimiento, ya que la comparación y defensa modelos se basa en la elaboración de argumentaciones.

El modelo de ser vivo y su planteamiento en la Educación Primaria ha sido estudiado por distintos autores (Gómez, Sanmartí, y Pujol, 2003; Martínez Losada, García Barros, y

Garrido Portela, 2008) ya que permite trabajar la idea de complejidad y de sistema. En este trabajo se presenta una actividad realizada por alumnos de 5° de Primaria en la que se les pidió que diseñaran y presentaran en público un modelo de animal que pudiera vivir en el desierto. La implementación de la actividad así como su evaluación proporcionan información que se usa en las clases con maestros en formación. ¿Qué conocimientos de partida debe conocer el alumno de primaria para poder trabajar el modelo? ¿Qué tipo de preguntas deben guiar la actividad? ¿Cómo reconocen los alumnos de primaria las evidencias que permiten validar su modelo de animal? El objetivo principal de este estudio es analizar la forma en que el alumnado usa las evidencias, reconocen las evidencias y las utilizan para construir argumentaciones.

### **DISEÑO DE LA ACTIVIDAD**

Los alumnos de primaria ya habían trabajado el concepto de ser vivo y descrito los principales ecosistemas de la biosfera. Bajo la premisa “¿Qué necesita mi animal para vivir en el desierto?”, Se les pidió que “diseñaran” un animal que pudiera vivir en el desierto, y que hicieran un dibujo explicativo que presentaron a la clase y a los profesores.

Con esta actividad los alumnos han debido relacionar las características básicas del ecosistema “desierto” y las de “animal”. En nuestras observaciones buscamos evaluar sus datos para convencer a los compañeros de que su animal podría vivir en el desierto de manera exitosa.

El desarrollo de la actividad se sintetiza en el cuadro 1, modificado de Archer *et al.* (2009)

<i>Secuencia</i>	<i>Descripción</i>
<i>Situación del problema: Animal del desierto</i>	<i>Se plantean las cuestiones guía y los fenómenos para un concepto: ¿Qué características generales tiene el desierto? ¿Qué necesita un animal para vivir? ¿Cómo relacionamos las dos preguntas anteriores?</i>
<i>Construcción del modelo</i>	<i>Crear un modelo inicial que exprese una idea o hipótesis: Dibujar el animal con las características necesaria para poder vivir en el desierto.</i>
<i>Evaluación del modelo</i>	<i>Argumentar sobre los modelos propuestos: Justificar ante el profesor y a la clase las características de su animal.</i>
<i>Discusión del modelo</i>	<i>Contrastar el modelo frente a otras teorías: durante la exposición en clase se les planteaban los puntos débiles de sus modelos y ellos defendían su diseño frente a ellos.</i>

Cuadro 1. Secuencia de fases en la actividad planteada basada en Archer et al. (2009)

#### **Criterios de valoración de los diseños:**

*Los criterios de valoración de los aspectos ecológicos de los resultados fueron indicados a los alumnos con las siguientes preguntas:*

- Adaptación a las variaciones de temperatura entre el día y noche: ¿Cómo regulan su temperatura?
- Búsqueda de comida: ¿Qué es lo que comen?, ¿es fácil encontrar esa comida en el desierto?
- Tipo de nido o madriguera en que deberían vivir: ¿Dónde viven y dónde dejan a sus crías?, ¿es un nido o madriguera a la que los depredadores tienen dificultades para llegar?
- Depredadores: ¿Qué animales se los pueden comer, ya sea al adulto o a las crías?
- Agua: ¿Necesita beber mucha agua o tiene alguna manera de ahorrarla?
- Desplazamiento: ¿Vuela, corre, reptar, anda?, ¿afecta el calor a su desplazamiento?

Además de estos aspectos, se valoraron en el mejor diseño los siguientes aspectos artísticos:

- Originalidad
- Dibujo bien hecho

En la defensa que hicieron los alumnos de su modelo de animal delante de la clase, los compañeros se implicaron cuestionando los rasgos propuestos, planteando preguntas, a las que los distintos autores de los modelos respondían fundamentándose en las evidencias de los mismos. La potencia de sus argumentaciones se estudió utilizando un esquema modificado de Toulmin (en Erduran y Jiménez- Aleixandre, 2008). Tanto durante las clases de preparación como durante las exposiciones se han llevado a cabo grabaciones de video y audio, en las que se valoran la validez de sus argumentaciones y las evidencias que utilizan.

## **RESULTADOS**

El hecho de que se tratara de un animal imaginario, ha favorecido el diseño ya que los alumnos no se sienten condicionados por su falta de conocimiento de la biología de un animal concreto existente. Saben los requisitos que debe cumplir su modelo, pero tienen libertad absoluta para aplicar estas variables en la forma que quieran. Los dibujos realizados por los niños permiten completar la información dada por ellos en las exposiciones orales y facilita la comunicación de los resultados.

Los alumnos trabajaban en grupos de cuatro, discutían las características de su animal y las presentaban al resto de la clase. En la figura 1 se presenta uno de los animales diseñados, y que fue el mejor valorado tanto por la clase como por los profesores.



Figura 1. Diseño mejor valorado: El lobo del desierto

En el momento de presentar su animal los argumentos que utilizaban estaban bien contruidos, teniendo en cuenta en mayor o menor grado las características del desierto y las de un animal. Ahora bien, la validez de sus argumentos se ponía de manifiesto en la sesión de preguntas posterior a la exposición. El objetivo de los profesores era doble, por un lado discutir con el grupo correspondiente la idoneidad de su modelo de animal y por otro estimular al resto de la clase para que planteen preguntas críticas que cuestionen la validez del modelo.

## CONCLUSIONES

Este método de trabajo requiere el desarrollo de habilidades relacionadas con la indagación. En el siguiente cuadro, se enumeran las distintas fases de la actividad y se relacionan con los procesos de indagación necesarios a la hora de realizarla tanto por parte de los alumnos de Educación Primaria como por parte del profesorado, lo que plantea la necesidad de trabajarlas con los alumnos de magisterio durante su formación.

<b>Actividad: Diseño de un animal que pudiera vivir en el desierto</b>	<b>Procesos de indagación puestos en juego por los alumnos de Educación Primaria</b>	<b>Procesos de indagación necesarios para los maestros</b>
Averiguar qué necesita un animal para vivir en el desierto y cuáles son las características del desierto.	<p>Recordar conocimientos previamente trabajados o adquiridos.</p> <p>Buscar información sobre animales y sobre el desierto.</p> <p>Trabajar en grupo. Consensuar la información encontrada</p>	<p>Plantear el problema teniendo en cuenta las distintas variables y cómo interactúan. Esto implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de un modelo previamente construido</li> <li>- Conocer las variables que intervienen en ese modelo</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantear problemas abiertos</li> <li>-Plantear, pulir y seleccionar preguntas</li> <li>-Establecer relaciones causales</li> <li>-Generalizar</li> <li>- Reconocer y valorar las habilidades de indagación que están en juego.</li> </ul>
<p><i>Diseñar el animal que podría vivir en el desierto.</i></p>	<p><i>Descripción razonada del animal</i></p> <p><i>Establecer relaciones entre el animal y el medio: Plantear hipótesis de cómo determinadas características permiten sobrevivir en un ambiente desértico.</i></p> <p><i>Trabajar en grupo.</i></p>	<p><i>Plantear hipótesis ingeniosas, variadas y creativas en relación con el problema.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer y valorar las habilidades de indagación que están en juego.</li> </ul>
<p><i>Presentar a la clase los animales propuesto.</i></p>	<p><i>Comunicar: Describir oralmente y mediante dibujos el animal, argumentando la validez de las características del mismo frente al ambiente desértico.</i></p>	<p><i>Analizar la solidez de las argumentaciones presentadas.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer y valorar las habilidades de indagación que están en juego.</li> </ul>
<p><i>Discutir el modelo.</i></p>	<p><i>Defender el modelo mediante argumentaciones y justificar su validez.</i></p>	<p><i>Cuestionar las argumentaciones y justificaciones presentadas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Moderar el debate</li> <li>-Sugerir líneas de análisis para contraargumentar</li> <li>-Seleccionar y destacar las argumentaciones más potentes de los alumnos.</li> <li>- Reconocer y valorar las habilidades de indagación que están en juego.</li> <li>-Generalizar para la construcción consensuada del modelo</li> </ul>

*Cuadro 2. Procesos de indagación movilizados por los alumnos de Primaria y los maestros al realizar las distintas fases de la actividad*

El maestro tiene que disponer de un modelo previamente construido en relación con el problema que se va a trabajar en el aula. A partir del mismo, tiene que ser capaz de plantear preguntas y problemas abiertos teniendo en cuenta las variables que intervienen y cómo interactúan. De este modo, el maestro se constituye en un elemento más de proceso de indagación (*modeler, guide, diagnostician, mentor, facilitator, collaborator*, en el sentido de Wu y Hsieh, 2006) por lo que es fundamental desarrollar estas capacidades en la formación de los futuros maestros.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de un proyecto subvencionado el Departamento de Educación Cultura y deporte del gobierno de Aragón.

## BIBLIOGRAFÍA

Ambite, M., Gil Quílez, M. J., Laborda Soriano, M. A. y Martínez Peña, M. B. (2009). Preguntando, cooperando, reflexionando y comunicando: la construcción del modelo de ser vivo en el aula de Primaria. *Aula de Innovación Educativa*, 183-184.

Archer, A., Arcá, M. y Sanmartí, N. (2007). Modelling as a teaching learning process for understanding materials: a case study in primary education. *Science Education* 91, 398-418.

Archer, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009) Developing a learning progression for scientific modelling: Making scientific modelling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), 632-654.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (2), 173-184.

Erduran, S. & Jiménez-Aleixandre, M.P. (eds.) (2008). *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research..* Springer. 294 pp.

Gómez A. A., Sanmartí, N. y Pujol R. M. (2003). Aprendiendo sobre los seres vivos en su ambiente. Una propuesta llevada a cabo en la escuela de primaria. *Aula de Innovación Educativa*, nº 124.

Martínez Losada, C., García Barros, S. y Garrido Portela, M. (2008). Los seres vivos en las actividades de enseñanza que se emplean en los niveles educativos iniciales. *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*.

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

Roca, M. (2008). Las preguntas en el proceso educativo, una reflexión necesaria en la formación del profesorado. *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*.

Wu, H.-K. y Hsieh, C.-E. (2006). Developit sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education* 28 (11), 1289-1313.