

## **Rompiendo compartimientos: ¿Cómo lo hace tu cuerpo para que el calcio lo ayude a crecer?”**

Rosa María Pujol Vilallonga & Josep Bonil Gargallo  
Dep. Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales  
Universidad Autónoma de Barcelona

### **Resumen:**

En este artículo se presentan algunas de las principales actividades trabajadas con alumnos de primer curso de secundaria sobre la temática del crecimiento humano. Se exponen razonadamente algunos de los planteamientos que orientaron el proceso de enseñanza – aprendizaje y se comentan las dificultades más importantes que surgieron. Si bien biológicamente lo correcto es plantear la temática del desarrollo humano, en esta propuesta se decidió abordarla desde la perspectiva de crecimiento dado que es así como socialmente los estudiantes hablan de ello y dada la finalidad de realidad un planteamiento que fuese más allá de la visión biológica del tema.

### **Palabras clave:**

Crecimiento humano, visión sistémica y dialógica, modelización, experimentación, representación mediante maquetas.

### **1. Crecer, algo más que una cuestión biológica**

Desde la perspectiva de cualquier alumno o alumna de la educación obligatoria, crecer es una aspiración y una preocupación puesto que constituye el paso necesario para llegar a ser adulto y tiene importantes repercusiones individuales y sociales. Para el alumnado de primer curso de Educación Secundaria, crecer conlleva un conjunto de cambios que perturban la propia imagen y, así mismo, significa entrar en un mundo de nuevas posibilidades de roles sociales. Desde la perspectiva educativa, abordar el tema del crecimiento humano no puede reducirse a centrar tan sólo el conjunto de cambios biológicos asociados a dicho proceso. Si se considera la amplia significatividad que posee el tema para el alumnado, es también imprescindible considerar los

cambios asociados a las problemáticas, responsabilidades, actuaciones y derechos que acompañan al hecho biológico de crecer. Por ello uno de los objetivos iniciales del trabajo emprendido era abrir espacios para facilitar al alumnado explicitar emociones y preocupaciones personales asociadas al hecho de crecer, y así establecer vínculos entre crecimiento biológico y crecimiento de la responsabilidad personal.

Bajo el marco descrito se planteó una primera actividad orientada a que el alumnado expusiera y compartiera vivencias, preguntas y manifestaciones personales pasadas, presentes y futuras en relación a su propio proceso de crecimiento. Pese a la abundancia de verbalizaciones que destacaban el componente biológico, durante el debate fue fácil constatar la complejidad de la diversidad de aspectos que intervienen en el crecimiento y hablar de ellos. Junto a los cambios biológicos, se destacaron cambios emocionales, cambios económicos, cambios asociados a diferencias sociales, etc.

Dado que el tema se estaba trabajando en la clase de ciencias, de común acuerdo se decidió agrupar las expresiones diferenciando las de tipo biológico según tuvieran relación con la alimentación, la herencia, el desarrollo y la actividad física, y agrupando las restantes bajo otros criterios tal y como se muestra en la figura 1.

<b>Agrupaciones realizada por los escolares de algunas de sus verbalizaciones relativas a su propio proceso de crecimiento</b>	
Relacionadas con la alimentación	Para crecer es necesario comer todo tipo de alimentos. Para crecer es necesario tomar leche y calcio. Comer muchas lentejas es importante para crecer.
Relacionadas con la herencia	No entiendo porqué ella crece más que yo. Es extraño, en la misma clase hay chicas altas y otras bajitas. Me gustaría saber si creceré mucho. En mi familia todos son altos y delgados menos yo.
Relacionadas con el proceso de desarrollo	Cuando creces te salen los pechos, pelos te cambia el carácter. Las chicas crecen antes que los chicos. Primero das un estirón, luego te paras, después vuelves a

	crecer y así hasta que ya no creces más.
Relacionadas con la actividad física	Si haces mucho deporte creces más. Si cada día te cuelgas de una puerta durante cinco minutos creces más. Si quieres crecer lo mejor es jugar al baloncesto y no tanto al fútbol.
Relacionadas con los intereses personales	Cuando te haces mayor te gusta salir con los amigos. Me gusta hacerme mayor porque cuando uno es mayor puede hacer lo que quiere sin decirlo a los padres. En la medida que creces eres más libre para comprarte lo que quieres.
Relacionadas con el ejercicio de la responsabilidad	Crece es divertido porque puedes hacer lo que quieras, pero también es pesado porque tienes que trabajar. Creces y tienes que hacer más cosas en casa y pelearte más para salir. Hay momentos en que ser mayor es un rollo. Que si tienes que ir a comprar, que si tienes que hacerte la comida. A veces pienso que era mejor cuando era pequeña.
Relacionadas con el ambiente	En los países pobres los niños crecen menos.
Relacionadas con aspectos emocional	Nunca me ha gustado ser tan bajito. No sé porque ahora me entran ganas de llorar por cualquier cosa. Mi hermana se ríe de mí, dice que tengo los brazos más largos que el cuerpo. Yo por ejemplo, me siento mayor. Pero las chicas de clase no nos hacen ni caso.

Figura 1

## 2. Un primer acercamiento a la mirada de la ciencia

Dado que la propuesta debía desarrollarse en la clase de ciencias se hacía imprescindible pensar en como posibilitar la construcción de una mirada científica a la temática del crecimiento. Junto a ello, se consideraba esencial encontrar mecanismos para romper con la tradición de plantear el estudio del organismo humano bajo un modelo sumativo e inconexo de informaciones.

Se perseguía afrontar el estudio del crecimiento humano desde una perspectiva que considerase el organismo humano como un sistema abierto, dinámico y complejo; un sistema en el que existe un flujo constante de materia y energía con el ambiente, que posibilita un equilibrio dinámico permanentemente de su estructura mediante un sinfín de interacciones, cambios y regulaciones, permitiendo su continuidad en constante evolución. Paralelamente, junta a la visión de sistema complejo se buscaba resaltar algunos aspectos dialógicos asociados al crecimiento. Era importante que el alumnado se percatase de que el crecimiento es un proceso dependiente del medio y a la vez controlado genéticamente, un proceso continuo y a la vez discontinuo, un proceso sincrónico y a la vez diacrónico, un proceso jerárquico pero a la vez aleatorio, un proceso individual y a la vez de especie, etc..

En base al planteamiento anterior, para iniciar la aproximación a la mirada de la ciencia, se decidió ofrecer al alumnado un conjunto de imágenes con intención de que estableciera relaciones entre ellas y el crecimiento. La realización de la actividad puso de manifiesto diversas dificultades relativas al planteamiento perseguido.

Una de los problemas detectados fue las dificultades del alumnado para establecer relaciones entre las partes (hueso) y el todo (organismo). Así, por ejemplo, ante la imagen de un hueso fracturado el alumnado tendía a pensar que la fractura se soluciona tan solo con el crecimiento del hueso sin establecer otro tipo de relaciones con el organismo.

A lo largo de la actividad también se puso de manifiesto la dificultad del alumnado para establecer relaciones entre lo que sucede en distintos niveles de organización de la materia. Así, frente una imagen de un bebé junto a una anciana, un sector mayoritario verbalizaba la existencia de crecimiento tan solo en el bebé negando la existencia de crecimiento en la anciana. Paralelamente, ante dicha imagen obviaba que el crecimiento constituye un proceso continuo que a la vez es discontinuo.

Ver los antagonismos presentes en el tema del crecimiento fue otra de las dificultades mostradas inicialmente por el alumnado. Por ejemplo, en otra de las imágenes en las que se mostraba la evolución de la altura media de los soldados españoles durante los últimos años, los estudiantes no tuvieron dificultades para interpretar la relación entre altura y alimentación. Si bien

argumentaban que la población, en general, es más alta porque toda ella se alimenta mejor, no consideraban el hecho de que determinados individuos bien alimentados pueden estar situados en la zona más baja de la curva de alturas. Expresaban la dependencia entre crecimiento y medio, sin tener presente que las características manifiestas de un individuo dependen también de su medio interno (genética).

El debate colectivo de las interpretaciones del conjunto de imágenes mostradas facilitó formular infinidad de cuestiones para percatarse de la importancia de las relaciones entre las partes (huesos) y el todo (cuerpo), de la estrecha relación entre organismo y medio ambiente, y así mismo posibilitó descubrir una visión dialógica del funcionamiento del organismo humano.

### **3. La pregunta clave para avanzar**

En cualquier proceso de enseñanza aprendizaje es esencial partir de una pregunta que enmarque y oriente dicho proceso. En nuestro caso, la pregunta escogida fue: *“¿cómo lo hace tu cuerpo para que el calcio lo ayude a crecer?”* Constituye una pregunta productiva dado que activa de manera creativa, inédita y no reproductiva los puntos de vista del alumnado sobre el crecimiento, asociados mayoritariamente a los huesos y a la alimentación.

La pregunta establecida es también una pregunta significativa para el alumnado puesto que parte de experiencias vivenciadas y simultáneamente tiene interés científico puesto que posibilita tomar una mirada sistémica compleja del organismo humano.

Así mismo, la pregunta elegida es focalizadora dado que sitúa el problema objeto de estudio en una disciplina (biología) y por consiguiente en una manera concreta de mirar el fenómeno del crecimiento.

Finalmente, la pregunta tomada es orientadora dado que la búsqueda de su respuesta conlleva la construcción de nuevas preguntas y el diseño de actividades que invitan y estimulan a los estudiantes a hacer una mejor observación, un nuevo experimento, o una nueva búsqueda de información.

En la figura 2, se muestra un esquema de la pregunta mediadora y las subpreguntas a ella asociadas que permitieron orientar la secuenciación del

proceso de enseñanza y aprendizaje a desarrollar en el aula.

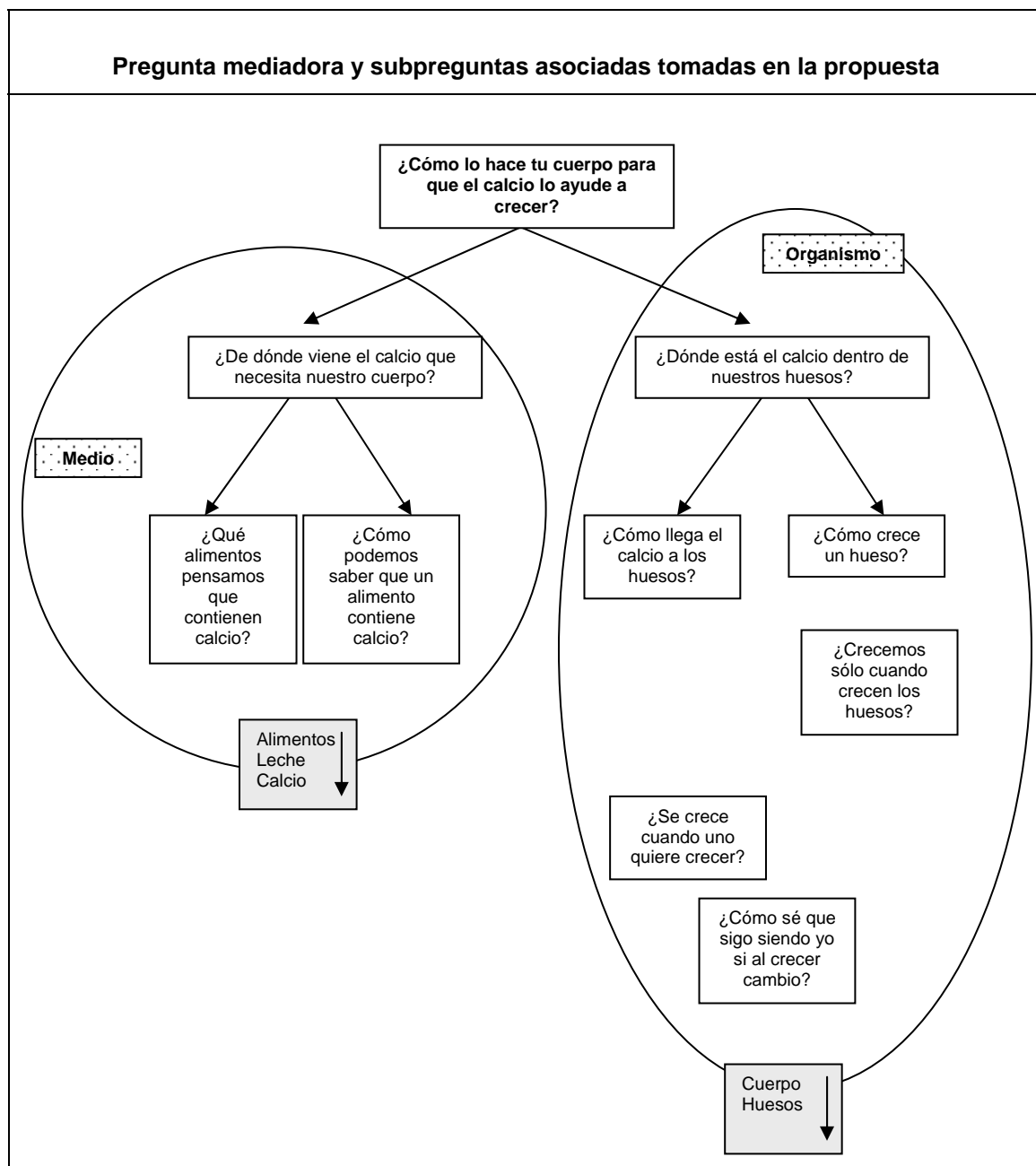


Figura 2

#### 4. La experimentación, una actividad esencial

¿Dónde está el calcio dentro de la leche y dónde se encuentra dentro de los huesos? Son éstas dos de las subpreguntas necesarias para dar respuesta a la pregunta principal que centro el estudio. Dos cuestiones cuya principal

dificultad para el alumnado radica en la necesidad de relacionar escalas para responderlas. No es posible ver el calcio en la leche o en un hueso mediante su observación directa y en ambos casos interpretar su presencia supone situarse en una escala micro.

Como primer paso para que los estudiantes tomaran conciencia de ello se plantearon dos actividades. En el caso de la leche se optó por hacer un análisis de las etiquetas nutricionales contenidas en algunos envases de dicho producto. En el caso de los huesos se optó por realizar una observación directa de un hueso de ternera cortado transversal y longitudinalmente.

Situado el problema y tras comentar analogías vividas por el alumnado tales como que ocurre cuando un hueso queda calcinado en una barbacoa o que sucede cuando cae vinagre en un mármol, se planteó la realización de una experiencia que permitiese debatir la composición de los huesos y pensar la presencia de calcio en los mismos. Definido el problema con el alumnado (*“¿de qué está hecho un hueso?”*), las observaciones realizadas, los comentarios de las analogías planteadas, junto con la lectura de imágenes anatómicas sobre huesos y las aportaciones del profesorado fueron claves para formalizar dos hipótesis: *“si ponemos un hueso de pollo en vinagre durante unos días, el vinagre se comerá el calcio y el hueso al no tenerlo se volverá blando”; si calcinamos un hueso de pollo, al calcio del hueso no le pasará nada mientras que el resto del hueso se destruirá y entonces la parte del hueso que es calcio se romperá en trocitos porque nada lo aguantará”*.

Los resultados experimentales tras poner un hueso en vinagre permitieron al alumnado ver (*“ha cambiado de color”, “ha absorbido el vinagre y se ha hecho pequeño”, “se ha vuelto flexible y se ha encogido”*), interpretar el cambio sufrido (*“el vinagre se ha comido el calcio del hueso y por esto se ha vuelto blando”, “con el vinagre el calcio del hueso ha ido desapareciendo y solo queda lo que no es duro, lo que no es calcio”*), y algunas de posibles consecuencias que comportaría para el organismo humano un sistema óseo carente de calcio (*“si los huesos fueran así no podríamos andar”, “seríamos flexibles y elásticos y no nos aguantaríamos”, “la pierna no tendría forma de pierna,, el cuerpo no tendría forma y seríamos una masa en el suelo”, “seríamos una gelatina y el cuerpo se caería”*). Paralelamente, el alumnado intercambió sus interpretaciones sobre el resultado de la calcinación de un hueso (*“se ha quemado todo y solo queda lo*

*que no se quema”, “ahora se rompe, no hay nada que lo aguante al calcio que aún está y es duro pero como solo esta lo duro y nada lo aguanta se desmorona”).*

El debate en gran grupo del conjunto de datos obtenidos y de las interpretaciones realizadas en pequeño grupo posibilitaron acordar la coexistencia de materia orgánica y materia inorgánica (calcio) en el interior de los huesos. En la figura 3 se ilustran dos momentos del experimento.

¿De que está hecho un hueso por dentro?	
	
Hueso inmerso en vinagre durante una semana	Hueso durante el proceso de calcinación

Figura 3

**5. Relacionar escalas mediante la representación**

Para la mayor parte del alumnado, el organismo humano tiene una referencia más topológica que funcional. Generalmente, identifica estructuras relacionándolas en mayor o menor grado, considerando una organización cerrada de las mismas, dando especial relevancia a los nombres y funciones de los órganos que la componen y sin establecer relaciones significativas entre ellas ni entre los diferentes niveles sistémicos de organización de la materia.



Consecuentemente, conforma un modelo descriptivo por encima de un modelo interpretativo del funcionamiento de la vida. En el caso concreto del tema del crecimiento suele asociarlo con el sistema óseo y si bien verbaliza relaciones entre alimentación y crecimiento, difícilmente establece relaciones interpretativas entre sistema óseo y función de nutrición, explicando el crecimiento mediante la causalidad simple: *“crecemos porque nos alimentamos”*. La reflexión anterior hacía necesario pensar en la importancia de plantear actividades significativas que conllevaran explorar caminos, estructuras, procesos muy distintos a aquellas que tan solo abocan a una descripción. Por ello, otro de los objetivos planteados al iniciar el trabajo era desarrollar en el aula actividades promotoras del intercambio de puntos de vista utilizando la creatividad para construir conjuntamente una visión dinámica e interconectada del concepto de crecimiento.

Tras interpretar la existencia de calcio en los huesos, dos nuevas preguntas estaban por resolver: *“¿cómo llega dicho calcio a los huesos?”* y *“¿cómo hace el calcio para entrar en los huesos y quedarse en ellos?”* De nuevo la dificultad del alumnado para construir respuestas se situaba en la complejidad de las interacciones que comportan los procesos biológicos y en el hecho de que éstos ocurran en escalas muy distintas. La opción tomada para avanzar fue la construcción de dos tipos de maqueta distintos.

En primer lugar, se propuso la construcción de una maqueta del propio cuerpo que posibilitara al alumnado representar el recorrido de los alimentos (leche), la absorción de los nutrientes (calcio) y su llegada a los huesos, a través del aparato circulatorio (ver figura 4). Una construcción que, por encima de las posibilidades de representación ofrecidas, facilitó que se generasen situaciones comunicativas y se fueran tomando decisiones en base las propias ideas, dudas y informaciones consultadas. Las conversaciones generadas alrededor de la construcción de la maqueta permitieron identificar inicialmente distintas estructuras y órganos, y, progresivamente, aumentar la complejidad de la representación y de las explicaciones al ir estableciendo, mediante generación de hipótesis, relaciones entre ellas. Así mismo, paralelamente, la maqueta pasaba a ser un referente común y accesible para todo el grupo.

**¿Cuándo crecemos, cómo llega el calcio de la leche a nuestros huesos?**



Representación mediante una maqueta del recorrido del calcio contenido en la leche que tomamos hasta llegar a los huesos

Figura 4

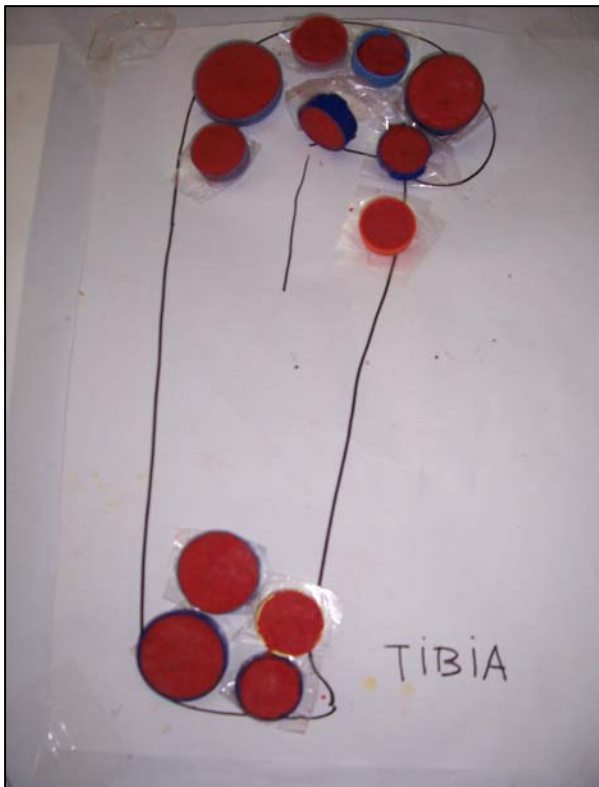
Acordada la interpretación sobre la llegada del calcio hasta los huesos, se propuso un ejercicio creativo de imaginación, en base a la información bibliográfica, para representar en una maqueta el paso del calcio desde los capilares hacia las células óseas (ver figura 5).

A medida que el alumnado iba representando y situando los elementos que conforman la estructura interna de un hueso y algunos de los elementos de la sangre, iban argumentado sus decisiones de representación. La actividad regulada tanto por la docente como por los propios escolares generó de forma

explícita procesos de co-regulación y autorregulación hasta establecer un modelo explicativo convincente mediante la negociación y el consenso.

Las maquetas construidas se convirtieron en el referente común que posibilitaba retomar constantemente aspectos establecidos para construir nuevos significados. Posibilitaron que el alumnado pudiera reincorporarse de forma continuada a la argumentación de cada momento de forma que las maquetas se convirtieron en elementos mediadores claves entre la construcción individual y la construcción grupal del modelo que se iba construyendo.

**¿Cuándo crecemos, cómo hace el calcio para pasar desde la sangre hacia el hueso?**



Representación de la estructura interna del hueso (los cilindros representan la materia orgánica y su cubierta la materia inorgánica)



Esquema del paso de los nutrientes desde un capilar a una célula ósea

Figura 5

## **A modo de conclusión**

Las actividades realizadas si bien posibilitaron comenzar a romper con una visión desconectada del organismo humano y acordar colectivamente un modelo explicativo de la relación entre alimentación y crecimiento, abrieron nuevos interrogantes. El equipo docente no supo, en esta propuesta, plantear, más allá de la explicación, aspectos relacionados con la complejidad del proceso de absorción del calcio en el organismo humano. La reflexión realizada al finalizar el trabajo ha comportado la necesidad de estudiar la manera de introducir alguna actividad que posibilite ver al alumnado la complejidad química que hay detrás del proceso.

## **Bibliografía**

GALAGOWSKY, L.; ADÚRIZ, A. (2001): "Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico" en *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242.

IZQUIERDO, M; ESPINET, M; GARCIA, P; PUJOL, R.M; SANMARTÍ, N. (1999): "Caracterización y fundamentaciones de la ciencia escolar" en *Enseñanza de las Ciencias*, núm extra junio, 79-91.

IZQUIERDO, M; ESPINET, M; BONIL, J; PUJOL, R.M. (2004): "Ciencia escolar y complejidad" en *Investigación en la escuela*, 53 , 21- 30

PUJOL, R.M. (2003): *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid. Síntesis, 2003.

PUJOL, R.M; BONIL, J; MÁRQUEZ, C. (2006): "Avanzar en la alfabetización científica: Descripción y análisis de una experiencia en torno al estudio del cuerpo humano en educación primaria" en *Investigación en la Escuela*, 60, 37-52.

GÓMEZ, A.A.; SANMARTÍ, N.; PUJOL, R.M. (2006): " Explaining events in the environment to primary school students" en *Journal of Biological Education*, 40, 149-154.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación SEJ2006-15424-C03-01 del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España.

Agradecemos a los centros públicos Orlanday y Bellaterra su eterna colaboración