



Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias

Initiating high school students in educational research: the role of images in science textbooks

Francisco Javier Perales Palacios, José Miguel Vílchez González
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.
fperales@ugr.es, jmvilchez@ugr.es

RESUMEN • Se presenta una innovación educativa consistente en introducir a estudiantes de educación secundaria en los rudimentos de la investigación científica. Inserto en un proyecto más global, en el que participan diversas instituciones educativas, se describe aquí el proceso seguido en el desarrollo de una investigación ofertada sobre las ilustraciones de los libros de texto de ciencias. Los estudiantes participantes se reúnen periódicamente con los responsables de aquella para conocer sus objetivos y colaborar en la toma de datos, su análisis y la elaboración de las conclusiones. Los principales resultados son presentados en un congreso en el que se muestran los de todos los proyectos elaborados. Las conclusiones se agrupan en torno a la consecución de los objetivos planteados, la naturaleza de las ilustraciones analizadas, el uso que hacen de ellas estudiantes y profesores, y la propuesta de líneas de mejora de estas en la enseñanza. Se finaliza con una valoración de la propia experiencia.

PALABRAS CLAVE: innovación educativa; ilustraciones; libros de texto; proyecto de investigación; enseñanza de las ciencias.

ABSTRACT • In this paper an educational innovation which introduces secondary school students in the rudiments of scientific research is showed. Embedded in a more global project in which various educational institutions participate, here the process followed in the development of a research on the illustrations of the science textbooks is described. Students meet regularly with the responsible of research to discuss its goals and to collaborate on data collection, their analysis and in drafting the conclusions. The more remarkable results are presented in a Congress together with the proceedings of the rest of the experiences carried out. The final conclusions are grouped around the achievement of the initial objectives, the nature of the illustrations analyzed, how students and teachers use them, the proposals for improvement of the teaching, and at last with an assessment of the experience.

KEYWORDS: educational innovation; illustrations; textbooks; research project; science teaching.

Fecha de recepción: mayo 2014 • Aceptado: agosto 2014

Perales, F. J., Vílchez, J. M., (2015) Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 33.1, pp. 243-262

INTRODUCCIÓN

Sin duda, uno de los males endémicos de la educación en España es el de las fronteras establecidas entre las etapas educativas, esto es, la educación primaria, la educación secundaria y la educación universitaria. Tanto los currículos como el profesorado, incluso las propias administraciones educativas, viven de espaldas unos a otros, no propiciando los flujos y trasvases entre ellos. A excepción de las pruebas de acceso a la universidad y algunas conferencias destinadas a la orientación educativa de los alumnos de bachillerato, se carece de itinerarios que faciliten la transición entre las etapas mencionadas.

En este artículo se describe una experiencia realizada en la Universidad de Granada en el marco de un proyecto más ambicioso (Proyecto PIIISA¹) que trata de promover la iniciación a la investigación en estudiantes de secundaria (4.º de ESO y 1.º de bachillerato) y, en definitiva, las futuras vocaciones científicas. La experiencia aludida aborda las pautas habituales de una investigación educativa centrada, en esta ocasión, en el papel de las ilustraciones de los libros de texto de ciencias.

Queremos advertir que no es nuestra intención exponer un artículo ajustado a los estándares de una investigación normalizada en la que los estudiantes son coautores, sino el proceso por el cual estos son capaces de realizar una primera toma de contacto con la universidad y con las líneas de investigación que en ella se desarrollan. El haber elegido como tema central el de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias estuvo motivado por tratarse de un tópico próximo a su día a día como usuarios de textos escolares.

Sin pretender establecer un marco teórico para esta innovación educativa, podemos asumir hallarnos próximos a la metáfora del estudiante como «investigador novel» (Gil, 1993).

En las siguientes páginas se describe el proyecto marco y la experiencia particular desarrollada con los estudiantes.

El Proyecto PIIISA

El Proyecto PIIISA parte de la colaboración entre la Delegación de Educación de Granada, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Universidad de Granada y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). El objetivo principal de este es mostrar a los estudiantes de secundaria en qué consiste la investigación científica y cómo se lleva a cabo. Los estudiantes cuentan con la oportunidad de participar en proyectos dirigidos por investigadores y, de este modo, conocer de primera mano en qué consiste la actividad científica y despertar su vocación y talento desde una edad temprana.

Los centros que solicitan la participación proponen un profesor coordinador que asume la responsabilidad de tutelar y coordinar al alumnado a lo largo de todo el programa de actividades en su centro. Asimismo, es el encargado de coordinar al resto del equipo docente, en relación con el desarrollo de la actividad, para garantizar una correcta atención al alumnado participante y facilitarle la finalización de las tareas relacionadas con su investigación.

En la edición de 2014, las instituciones participantes han implementado 210 proyectos dirigidos por 390 investigadores y han participado 1.500 estudiantes de 35 centros de secundaria.

La dinámica de trabajo contempla una serie de reuniones periódicas con los estudiantes, desembocando en una propuesta de póster o comunicación oral que se expone en un congreso monográfico. Asimismo, cada proyecto es evaluado mediante una encuesta respondida por los estudiantes participantes en este.

1. <<http://www.piiisa.es>>.

Nuestra experiencia: las imágenes en los libros de texto de ciencias de secundaria²: ¿Qué nos dicen? ¿Son adecuadas? ¿Se podrían mejorar?

Nos centramos ahora en uno de los proyectos que fue ofertado desde el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada y que lleva el título de este apartado. Se enmarca en una de las líneas de investigación del departamento.

Esta línea de trabajo está despertando un especial interés en nuestra comunidad educativa, dado el uso creciente de las imágenes, en general, como fuentes de enseñanza/aprendizaje. Tal uso posee múltiples perspectivas (Perales, 2006), que van desde los propios libros de texto que ocupan con ilustraciones una parte significativa de su superficie (Perales y Jiménez, 2002), pasando por internet, los cómics, los dibujos animados, los vídeos, etc., a veces denominado como lenguaje «multimodal» (Bautista, 2007). Además, los estudiantes de hoy día son consumidores y productores de todo tipo de imágenes que circulan, prácticamente sin ninguna traba, en las redes sociales. Todo ello ha configurado un escenario en el que los alumnos están más habituados a la lectura de las imágenes que a la de los textos escritos, lo que en escasas ocasiones se ha abordado desde los centros educativos en forma de una necesaria alfabetización científico-visual (Roth, Pozzer-Ardenghi y Han, 2005).

En línea con el espíritu del proyecto general, el *objetivo* que perseguimos con este proyecto particular fue el de proporcionar a los estudiantes que lo eligieran la oportunidad de iniciarse en algunas de las pautas del proceso de investigación, y hacerlo con una temática que no les resultara ajena o extraña, en nuestro caso las ilustraciones de los libros de texto de ciencias. Una especificidad de este es que los estudiantes participantes van a ser a la vez sujetos activos y pasivos de la investigación, ya que parte de los datos que se recojan van a proceder de sus propias respuestas.

Considerando el carácter iniciático de esta experiencia, a lo largo de su desarrollo deseamos incidir en las siguientes posibles *pautas de una investigación educativa*:

1. La motivación por la importancia del tema elegido en sus actividades cotidianas como estudiantes.
2. La aproximación al marco teórico de la investigación (Lowe, 2000, Mayer *et al.*, 1995) y el reconocimiento del objeto de investigación (las ilustraciones).
3. La observación pautada de dicho objeto (su papel en el aprendizaje y comparación de las ilustraciones sin texto/con texto).
4. El análisis de las ilustraciones (ideas previas sobre ellas y contraste con las aportaciones de la investigación educativa) y de los datos extraídos mediante los cuestionarios empleados.
5. Implicaciones para el trabajo de aula.
6. La divulgación de la experiencia realizada.

Se trata, en definitiva, de una investigación «a escala» que esperamos repercuta en su formación, no solo en cuanto a las habilidades de investigación, sino también en cuanto a su «forma de ver» las ilustraciones comunes en sus libros de texto de ciencias.

El resumen que se ofrece a la comunidad de estudiantes para su posible elección se plantea en los siguientes términos:

Todos, como profesores o alumnos, solemos hacer uso de libros de texto en nuestras aulas. Una parte importante de estos está formada por imágenes, sin embargo la atención que les prestamos es escasa, sobre todo si se compara con el texto escrito. Por otro lado, en la vida actual los estudiantes están acostumbrados a manejar mucha información gráfica (intercambio y manipulación de fotografías, consulta en buscadores

2. Aunque somos conscientes de la diferencia de significado entre el concepto de ilustración y el de imagen, los utilizaremos indistintamente para referirnos a la parte icónica de los libros de texto.

de información, visión de publicidad y series televisivas...). En cualquier caso, en los centros escolares no suelen enseñarnos a leer («decodificar») esa información, especialmente en las clases de ciencias de la naturaleza (Física-Química o Biología-Geología). De aquí que planteemos algunas *preguntas* que podrían servirnos como objetivos de esta investigación:

1. ¿Qué nos dicen las ilustraciones del libro de texto de ciencias que estamos usando actualmente en nuestra clase?
2. ¿Cómo podríamos agruparlas?
3. A tenor de lo que nos dicen tales imágenes, ¿nos ayudan a comprender mejor el contenido científico al que se refieren?
4. Si no es así, ¿cómo podríamos mejorarlas?

A partir de las preguntas anteriores, iremos planteando unos *pasos* que dar:

1. Cada grupo de alumnos elegirá al azar una serie de ilustraciones de su libro de texto y, aislándolas del resto de la página, anotará cada miembro del grupo toda la información que le sugieran tales ilustraciones. Después se hará una puesta en común, donde se compararán las respuestas de cada uno.
2. A continuación, de modo individual o conjunto, se tratarán de agrupar las ilustraciones de un tema del libro de acuerdo con los criterios que se consideren adecuados (por ejemplo, fotografía, dibujo, etc.).
3. Volviendo sobre las ilustraciones del punto 1, se buscará la información del libro de texto que esté conectada con cada una de las ilustraciones y, de forma conjunta, se decidirá si las ilustraciones ayudan (o no) a la comprensión del contenido científico, justificando las respuestas dadas.
4. Los responsables del proyecto suministrarán unas pautas para valorar la calidad de las ilustraciones y los alumnos sugerirán las mejoras que se podrían llevar a cabo en las ilustraciones, modificándolas –si es necesario– por medios informáticos.
5. Los grupos de estudiantes entregarán a sus profesores las conclusiones del estudio y, si el profesor lo estima conveniente, dedicará una mayor atención a las imágenes del libro de texto de acuerdo con las pautas anteriores.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

El proyecto ofertado fue elegido por nueve estudiantes pertenecientes a cinco centros de Granada capital y extrarradio, seis de 4.º de ESO y tres de 1.º de bachillerato. Al final del proceso solo tres, de dos centros distintos, completaron todas las actividades encargadas.

Se describen a continuación las tareas encomendadas a los participantes (figura 1).

Primera sesión (pautas de investigación 1, 2 y 3)

Previamente a la primera sesión, que en esta edición tuvo lugar el día 8 de enero de 2014, se enviaron a los alumnos dos documentos para que los leyeran antes del encuentro. Uno de divulgación en español (Lowe, 2000) para introducirlos en la temática, y el otro, más técnico y en inglés (Mayer *et al.*, 1995), para disponer de una perspectiva más amplia y practicar el inglés, lo que constituye uno de los objetivos de PIISA.

1. En la primera sesión presencial, después de darles la bienvenida y proceder a las presentaciones de rigor, se les proporcionó un primer cuestionario (anexo I) con el objetivo de identificar sus experiencias y creencias en relación con las ilustraciones que manejan en sus libros de texto.

2. Acto seguido se presentaron los *objetivos específicos* de este proyecto en particular, ya que son conscientes de que el proyecto marco (PIISA) persigue su iniciación a la investigación:

Pretendemos que toméis conciencia de la importancia que desempeñan las ilustraciones de los libros de texto para vuestro aprendizaje, dado que:

1. Habitualmente no se enseñan de forma específica en el aula.
2. No siempre son adecuadas para ayudarlos a aprender.

Y adquiriréis habilidades para:

1. Identificar distintos tipos de ilustraciones.
2. Extraer la información de ellas.
3. Analizarlas críticamente.
4. Proponer mejoras para las inadecuadas.
5. Intentar trasladar los resultados al trabajo de aula.
6. Analizar los datos que aporte esta investigación.

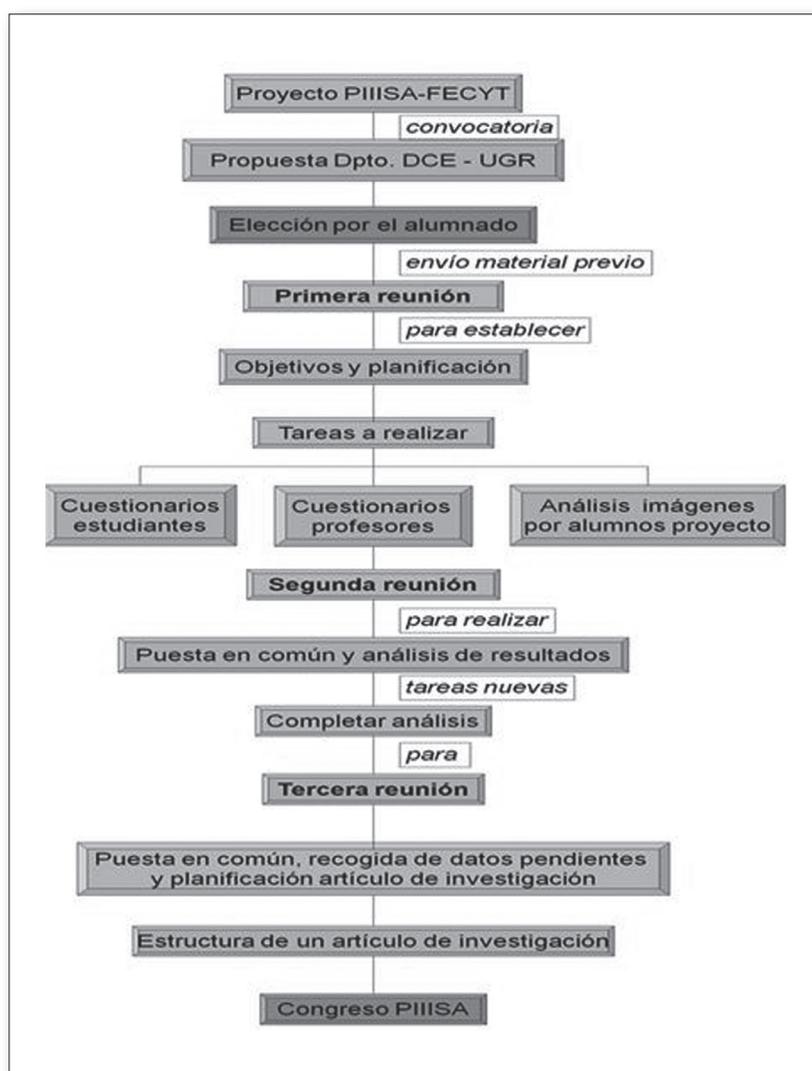


Fig. 1. Organigrama del proyecto PIISA.

3. Como tareas que realizar, se les solicitó que para antes de la siguiente sesión pasaran a sus compañeros de clase el cuestionario al que acababan de responder ellos mismos (anexo I), y a los profesores de su centro otro cuestionario con una finalidad equivalente al anterior (anexo II).
4. Seguidamente, se presentaron las preguntas de investigación y los pasos previstos que dar para tratar de responderlas:

Pregunta de investigación 1: ¿Qué nos dicen las ilustraciones del libro de texto de ciencias que estamos usando actualmente en nuestra clase?

1. Elige un tema del libro de una asignatura de ciencias que estés cursando este año pero que aún no hayas estudiado.
2. Numera las ilustraciones que aparezcan en él (no incluyas las de las actividades propuestas por el libro) de forma correlativa (desde la que aparece en primer lugar).
3. Ayudándote de algunas hojas en blanco, tapa el texto escrito que rodea cada ilustración y escribe todo lo que te sugiera la observación de dicha ilustración (hazlo con tus propias palabras, sin pretender comportarte como si fuera un examen).
4. De cada ilustración tendrás, al final del trabajo, un texto con tus apreciaciones. Numera los textos en el mismo orden que las ilustraciones. Si puedes, escanea cada ilustración y ponla junto con su comentario; si no te es posible, fotocópiala (al final te damos un modelo).
5. Vuelve sobre el tema que habías elegido y lee ahora el texto escrito, anotando para cada una de las ilustraciones lo que hayas aprendido de ellas y comparándolo con lo que habías anotado anteriormente (sin leer el texto escrito).
6. Elige una de las ilustraciones que te parezcan más interesantes (para que haya más diferencia entre lo que habías observado y lo que después indicaba el libro) y repite con tus compañeros el procedimiento seguido por ti anteriormente.

Pregunta de investigación 2: ¿Cómo podríamos agruparlas?

A continuación intenta clasificar las ilustraciones en grupos por sus características comunes. Define estas y haz los grupos con los números que has asignado a las ilustraciones (en función de las características que fijes podrás lograr diferentes agrupamientos –al final te damos un modelo–).

5. Para finalizar, se les citó a la segunda sesión, a la que tenían que traer realizadas las tareas anteriores para proceder al análisis de datos.

Segunda sesión (pautas de investigación 3 y 4)

1. Esta sesión, celebrada el día 5 de febrero de 2014, comienza presentando a los alumnos los resultados obtenidos de sus respuestas al cuestionario que cumplieron en la sesión anterior (anexo I), corregidos, categorizados y tabulados por los profesores responsables del proyecto (tabla 1). Asimismo, se les enseñó a representarlos mediante histogramas de frecuencias, tomando como ejemplo los resultados del ítem 1 (figura 2).

Tabla 1.
 Respuestas de los alumnos (N = 9) participantes en el proyecto
 al cuestionario del anexo I (*hay dos referencias a Biología que corresponderían a Geología)

<i>Ítem</i>	<i>Respuestas</i>	<i>N</i>
1. ¿Qué tipos de ilustraciones suelen traer vuestros libros de ciencias?	<ul style="list-style-type: none"> - Fotografías - Dibujos - Esquemas 	<p>9</p> <p>6</p> <p>5</p>
2. ¿Cómo trabajáis en clase con ellas?	<ul style="list-style-type: none"> - El profesor las comenta - No se trabaja con ellas - Nos piden que las analicemos 	<p>7</p> <p>2</p> <p>1</p>
3. ¿Cómo las estudias en tu casa?	<ul style="list-style-type: none"> - Las miro antes de leer el texto - Las miro después de leer el texto - Casi nunca las miro - Solo las miro si son llamativas 	<p>3</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>3</p>
4. ¿Te parecen habitualmente sencillas o difíciles?	<ul style="list-style-type: none"> - Sencillas - Unas sencillas y otras difíciles (casi no se entienden) - En general sencillas pero algunas no se entienden 	<p>6</p> <p>2</p> <p>1</p>
5. ¿Te ayudan en tu aprendizaje?	<ul style="list-style-type: none"> - No - No mucho - Sí, así es más fácil / algunas ayudan a explicar el contenido - Según la fotografía o imagen 	<p>3</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
6. ¿Recuerdas alguna imagen que te haya ayudado a comprender mejor algún concepto? Descríbela	<ul style="list-style-type: none"> - Las de los libros de texto de Biología y Geología - Física, ley de la flotación, un barco con las fuerzas que lo mantienen a flote - En Biología*, para las estructuras de las rocas - En Biología* el dibujo de las fallas - Las líneas temporales que traían fechas de épocas con los sucesos más importantes el periodo - En Biología, las partes del corazón, pulmones y tejidos - En Biología para los problemas de genética - Fósil de una especie intermedia entre aves y reptiles - No me acuerdo 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
7. Haz lo mismo para alguna que te haya resultado confusa	<ul style="list-style-type: none"> - Ninguna - Ley de Aristóteles, salía un bote de cristal y un objeto hundido sin ejercer ninguna fuerza - Cuando los dibujos de los hombres no se distinguen de los de mujeres, no sabes si es un rey o una reina a simple vista - En sociales, las gráficas de la rotación trienal - En sociales salía un rascacielos en un tema que no tenía nada que ver - Formas de relieves 	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

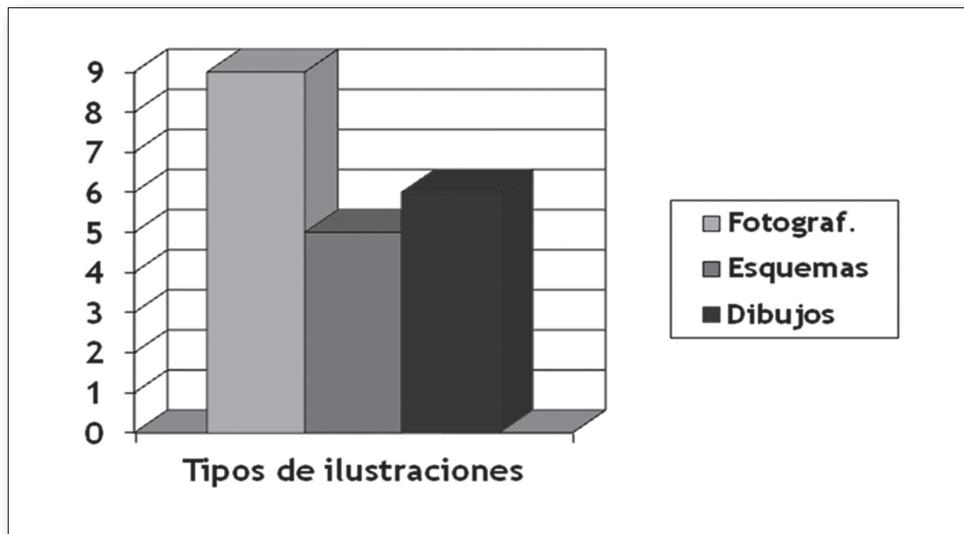


Fig. 2. Histograma de frecuencias correspondiente al ítem 1 de la tabla 1.

Según los datos de la tabla 1, la mayoría de las ilustraciones que aparecen en sus libros son fotografías, seguidas de dibujos y esquemas. Por otro lado, el papel que desempeñan las ilustraciones en el aprendizaje de aula es limitado, dado que de las respuestas se desprende que el profesor es el que les concede más importancia y para los alumnos son, en general, sencillas, ayudan escasamente al aprendizaje y no hacen un uso intensivo de ellas, recordando ejemplos de ilustraciones que los ayudaron en la comprensión de los contenidos y otras que les resultaban confusas.

2. A continuación, se fueron analizando conjuntamente las respuestas de los cuestionarios que los alumnos integrados en el proyecto habían pasado a sus compañeros de clase (anexo I) y las de los profesores de ciencias que accedieron a cumplimentarlos en sus respectivos centros docentes (anexo II). En esta sesión, los estudiantes aprendieron a analizar los datos mediante el recuento de respuestas y el proceso de categorización de estas en función de un criterio previo (por ejemplo, por analogía de significado, disciplina implicada, etc.). La muestra participante en esta segunda tanda se expone en la tabla 2. Los resultados del análisis de los cuestionarios se reflejan en la tabla 3.

Tabla 2.

Muestra de estudiantes y profesores que respondieron a los cuestionarios

<i>Centro</i>	<i>N alumnos</i>	<i>Curso</i>	<i>N profesores</i>
1	31	4.º ESO	6
2	87	1.º bachillerato	5
3	18	4.º ESO	3
4	12	4.º ESO	3
<i>Total</i>	<i>148</i>		<i>17</i>

Tabla 3.
 Respuestas de los alumnos al cuestionario del anexo I (N = 148)

<i>Ítem</i>	<i>Respuestas</i>	<i>N</i>
1. ¿Qué tipos de ilustraciones suelen traer vuestros libros de ciencias?	<ul style="list-style-type: none"> - Fotografías - Dibujos - Esquemas - Otros <ul style="list-style-type: none"> - Gráficos - Resúmenes y ejemplos - Tablas 	<ul style="list-style-type: none"> 118 81 66 2 1 1
2. ¿Cómo trabajáis en clase con ellas?	<ul style="list-style-type: none"> - El profesor las comenta - No se trabaja con ellas - Nos piden que las analicemos - Otros <ul style="list-style-type: none"> - Unas veces sí y otras no - Hacer ejercicios sobre ellas 	<ul style="list-style-type: none"> 108 15 21 4 3
3. ¿Cómo las estudias en tu casa?	<ul style="list-style-type: none"> - Las miro después de leer el texto - Las miro antes de leer el texto - Casi nunca las miro - Solo las miro si son llamativas - Otros <ul style="list-style-type: none"> - Cuando son importantes (el profesor lo dice) 	<ul style="list-style-type: none"> 58 43 18 21 2
4. ¿Te parecen habitualmente sencillas o difíciles?	<ul style="list-style-type: none"> - Sencillas - Parcialmente sencillas - Casi todas sencillas - Otros <ul style="list-style-type: none"> - Depende de la asignatura - Incomprensibles - Innecesarias 	<ul style="list-style-type: none"> 99 11 8 13 3 1
5. ¿Te ayudan en tu aprendizaje?	<ul style="list-style-type: none"> - Sí - A veces - No - Otros <ul style="list-style-type: none"> - Dependiendo de su importancia 	<ul style="list-style-type: none"> 75 30 13 4
6. ¿Recuerdas alguna imagen que te haya ayudado a comprender mejor algún concepto? Descríbela	<ul style="list-style-type: none"> - Biología - Geología - Biología-Geología - Sociales - Física - Matemáticas - Tecnología - No recuerdan - No 	<ul style="list-style-type: none"> 36 32 15 15 9 2 1 14 12
7. Haz lo mismo para alguna que te haya resultado confusa	<ul style="list-style-type: none"> - Biología - Física - Geología - Química - Tecnología - Biología-Geología - Ciencias Sociales - Ninguna confusa - No recuerdan 	<ul style="list-style-type: none"> 22 11 6 2 1 2 2 60 8

Estos últimos datos confirman y amplían los obtenidos con los alumnos participantes en el proyecto (tabla 1). Es decir, en cuanto al tipo de ilustración, siguen predominando las fotografías sobre los dibujos y esquemas; el profesor las comenta o, con menor frecuencia, pide a los alumnos que las analicen, siendo minoría los casos en los que no se abordan; predomina ligeramente su observación después de leer el texto del libro sobre su lectura antes del texto, apareciendo en tercer lugar, como causa, el que sean llamativas; mayoritariamente ayudan en el aprendizaje, distribuyéndose entre distintas disciplinas de ciencias (excepto para Química), lo que ocurre igualmente para las imágenes que les han resultado confusas (ahora sí aparece mencionada la Química).

3. Pasamos seguidamente a analizar las respuestas de los profesores al cuestionario específico para ellos (anexo II). Los resultados aparecen en la tabla 4.

Tabla 4.
Respuestas de los profesores al cuestionario del anexo II (N = 17)

<i>Ítem</i>	<i>Respuestas⁽¹⁾</i>	<i>N</i>
1. ¿Qué uso se hace habitualmente en clase de las ilustraciones que trae el libro de ciencias?	- Sirven como complemento de la explicación	7
	- Mucho	2
	- A veces	1
	- Las explican (muestran y diseñan actividades)	2
	- Si son buenas y representativas se comentan con ellos	1
	- Se insiste en que las observen y analicen	1
	- Para pruebas o exámenes	1
	- No usa libro de texto	1
2. ¿Le parecen en general adecuadas o inadecuadas? ¿Por qué?	- Adecuadas	11
	- Inadecuadas	2
	- Parcialmente adecuadas	1
3. ¿Utiliza otras imágenes en la enseñanza (p. ej., dibujos en la pizarra, imágenes de internet, etc.)? Especificar cuáles	- Sí	13
	- Pizarra digital	6
	- Dibujos	5
	- Internet-TIC	4
	- Material de laboratorio	1
	- Son imprescindibles	1
- A veces	2	
4. ¿Cómo cree que utilizan los estudiantes las ilustraciones que incluye el libro de texto?	- No creen que las utilicen (no suelen dar importancia a las gráficas aunque insistimos en ello)	6
	- Solo cuando el profesor les da importancia / lo indica / las analizan conjuntamente / necesitan un guía para fijarse en los detalles importantes	4
	- Ayudan a los alumnos a estudiar / como apoyo / como recurso que facilita su comprensión / para seguir las explicaciones, realizar las actividades y repasar ante un examen	4
	- Muy bien	1
	- Miran la estética pero no el contenido científico	1
	- Si no son atractivas no llaman su atención	1
5.1 Un material educativo que presenta gran cantidad de imágenes, por su carácter estético, resulta motivador, y al llamar la atención de los estudiantes contribuye a que el tema sea mejor comprendido.	- Sí	11
	- No	6

Ítem	Respuestas ⁽¹⁾	N
5.2 Las imágenes son más sencillas que las palabras, y por lo tanto resulta más fácil aprender un tema cuando se utilizan imágenes.	– Sí – No	16 1
5.3 Los materiales educativos deben incluir un buen número de imágenes para estimular la imaginación y el pensamiento creativo de los estudiantes.	– Sí – No	15 2
5.4 Las imágenes se recuerdan mejor que las palabras, y en consecuencia son más adecuadas para fijar los conceptos.	– Sí – No	14 3
5.5 Como las imágenes son más concretas que las palabras, resultan más apropiadas para aquellos estudiantes que tienen menos conocimiento.	– Sí – No – Depende de su método de aprendizaje: visual o memorístico	14 2 1
5.6 Las imágenes sirven para trasladar los conceptos científicos a la realidad cotidiana, constituyéndose en medios eficaces para reducir la abstracción.	– Sí – No	17 0
5.7 El auge de la cultura visual permite utilizar gran cantidad de imágenes como recurso educativo sin la necesidad de entrenamiento previo.	– Sí – No	9 8
Observaciones	– Las imágenes pueden ser una buena herramienta para comprender pero su abuso puede ser perjudicial para la abstracción e imaginación de los estudiantes y provocar un empobrecimiento del lenguaje. – Lo considero apropiado si no hay un uso abusivo o exclusivo de las imágenes, es muy importante trabajar la memoria, la redacción y la expresión escrita.	

⁽¹⁾ Entre paréntesis se incluyen respuestas minoritarias. Con barras «/» se indican respuestas alternativas.

Los resultados arrojados por los cuestionarios de los profesores permiten disponer del otro punto de vista fundamental para poder valorar el papel de las ilustraciones en el aula. En primer lugar, cabe apreciar que, según declaran los profesores, hacen un uso frecuente de las ilustraciones ya que las entienden, de forma mayoritaria, como un complemento de sus explicaciones. Utilizan no solo las ilustraciones del libro, sino otras fundamentalmente extraídas al efecto gracias a las posibilidades que ofrecen las TIC, o mediante sus propios dibujos en la pizarra. Miran con cierto escepticismo el uso que los alumnos hacen de las ilustraciones, a pesar de la ayuda al aprendizaje que pueden representar, y solo cuando se les indica expresamente que lo hagan. El resto de las respuestas confirma la creencia del profesorado en la bondad de las ilustraciones como ayuda al aprendizaje de sus alumnos (Fanaro *et al.*, 2005; Cook, 2011), aunque algunos de ellos muestran sus reservas en cuanto a la influencia que pueden ejercer sobre el aprendizaje y un mayor número es partidario de una alfabetización visual de los estudiantes.

- Para finalizar, se planificó el análisis de las imágenes previsto en las preguntas de investigación citadas anteriormente. A la vista de la colaboración que prestaron algunos de los alumnos pertenecientes al mismo grupo-clase de los participantes en el proyecto en la primera encuesta (anexo I), acordamos conjuntamente ampliar la tarea derivada de la pregunta de investigación 1 a dichos compañeros (véase el apartado 2 de la siguiente sesión).

Tercera sesión (pautas de investigación 4 y 5)

1. Se celebró el día 19 de marzo de 2014. Los alumnos trajeron los datos de las tareas encomendadas. La primera consistía en que debían analizar las ilustraciones de un tema de su libro de texto de ciencias elegido libremente, primero sin leer el texto acompañante y después de haberlo leído, y anotando luego la diferencia entre ambas observaciones. En la tabla 5 se muestran los resultados.

Tabla 5.

Comparación de las observaciones hechas por los estudiantes participantes en el proyecto (N = 3) entre las ilustraciones sin el texto acompañante y con el texto

<i>Estudiante / N imágenes / nivel educativo / tema analizado</i>	<i>Comparación de respuestas sin texto y con texto</i>	<i>N</i>
1 / N = 21 / 4.º ESO / Evolución y origen de la vida	<p><i>Sin texto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Describe la imagen - Hace algún tipo de predicción - Establece comparaciones entre las imágenes - No las considera adecuadas - Despiertan interés/curiosidad <p><i>Con texto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Confirma predicción - Complementa y concreta la información de la imagen - Ayuda a la comprensión - No ayuda 	<p>10</p> <p>5</p> <p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>13</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>1</p>
2 / N = 19 / 1.º bachillerato / La perpetuación de la vida	<p><i>Sin texto</i></p> <p>Valoración general:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Útil - Útil pero leyendo el texto - Inútil - No tiene relación con el texto - No se entiende ni con el texto <p>Valoración individualizada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Describe la imagen - Establece una comparación entre dos imágenes <p><i>Con texto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Complementa y concreta la información de la imagen - Confirma predicción - Otras funciones (generaliza, argumenta, identifica, diferencia) 	<p>10</p> <p>1</p> <p>6</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>19</p> <p>1</p> <p>15</p> <p>2</p> <p>4</p>
3 / N = 10 / 4.º ESO / Cambios en los ecosistemas	<p><i>Sin texto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Describe la imagen - Otras funciones (concluye, relaciona) <p><i>Con texto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Complementa y concreta la información de la imagen - Otras funciones (contextualiza, compara) - No aporta nada nuevo 	<p>9</p> <p>2</p> <p>8</p> <p>2</p> <p>1</p>

Si analizamos los últimos datos parece que los alumnos, cuando solo disponen de la imagen, describen fundamentalmente lo que aparece en ella y, en segundo lugar, establecen predicciones sobre esta; existe igualmente un número significativo de ilustraciones que se consideran inadecuadas. Cuando acceden a la lectura del texto escrito acompañante, este proporciona in-

formación que complementa y concreta la ofrecida por la propia imagen; asimismo, sirve para confirmar (o no) las predicciones hechas sobre el significado de la imagen y, en algunos casos, desempeña otras funciones que ayudan a la comprensión de la ilustración; por último, en un número mínimo de ilustraciones el texto escrito no aporta nada nuevo.

2. Como segunda tarea se les había pedido que eligieran, de entre las imágenes analizadas, la que les pareciera que presentara mayor diferencia entre lo que habían observado sin leer el texto y lo que después indicaba este último, y repitieran con sus compañeros el procedimiento seguido por ellos anteriormente. Los resultados aparecen en la tabla 6.

Tabla 6.

Comparación de las observaciones hechas por los compañeros de los estudiantes participantes en el proyecto entre una ilustración sin el texto acompañante y con el texto

<i>Centro / N respuestas / Nivel educativo</i>	<i>Comparación de respuestas sin texto / con texto</i>	<i>N</i>
1 / N = 13 ⁽¹⁾ / 4.º ESO	- Ayuda a comprender	3
	- Aporta información	3
	- Sigue pareciendo un animal	2
	- Parece interesante	2
	- No es posible	1
	- No lo tiene claro	1
2 / N = 8 ⁽²⁾ / 4.º ESO	Asignaturas:	
	- Biología	4
	- Física	1
	- Química	1
	- Nada	1
	- No hay diferencia	3
	- Contaminación / problemática ambiental	1
	- Letras y colores / guisantes de Mendel	1
- Iones unidos y redondeados / estructura cristal iónico	1	
- Seres unicelulares / tipos de células vegetales eucariotas	1	
- Agujero negro / materia oscura	1	
3 / N = 16 ⁽³⁾ / 1.º Bachillerato	- Placa («petri») con algunos elementos no reconocibles o con alusión al título / clonación de bacterias por bipartición	9
	- Pequeñas bacterias, sangre (2), líquido rojo, cristal, célula / Respuesta correcta	6
	- Respuesta correcta / Respuesta correcta	1
4 / N = 4 ⁽⁴⁾ / 4.º ESO	- Describe la temática de la gráfica / aporta más información sobre las dos curvas y la evolución de las poblaciones	2
	- Nombra las dos curvas de crecimiento de los ratones / describe lo que ocurrirá para ambas	1
	- Describe lo que ocurre con las poblaciones en ambas curvas / contextualiza para la población de ratones	1

⁽¹⁾ La imagen representa a un animal emergiendo de una planta.

⁽²⁾ La elección de la imagen fue libre para los alumnos.

⁽³⁾ La ilustración representa una placa petri con el encabezado «Clones y clonación». La han elegido los alumnos del proyecto porque piensan que es inútil, que no tiene relación con el tema o con el texto.

⁽⁴⁾ La ilustración representa una gráfica del número de individuos de una población en relación con el tiempo, aparecen dos curvas de crecimiento: J y S, mostrándose una rapaz y ratones.

- A pesar de la heterogeneidad de los datos se aprecia que, en general, la lectura del texto permite conducir las respuestas dadas sin el apoyo de este hacia una mayor generalización de lo observado, así como complementar la información que suministran las ilustraciones. Sin embargo, en algunos casos no hay una aportación sustancial del texto a lo apreciado sin él. Finalmente, cabe resaltar que todas las ilustraciones elegidas pertenecen al ámbito de la Biología.
3. Por último, ante la tarea de que intentaran clasificar las ilustraciones analizadas por cada uno de los alumnos del proyecto (pregunta de investigación n.º 2), solo una alumna fue capaz de llevar a cabo esta tarea (estudiante 1, tabla 5). Las agrupó según el contenido científico, no según su iconicidad, función o relación con el texto principal:
 - G.1. Motivo de las ilustraciones (fósiles y su desarrollo).
 - G.2. Posibles anomalías en especies (murciélago: mamífero con alas).
 - G.3. Especie no evolucionada.
 - G.4. Independiente, no se relaciona con ninguna otra.
 - G.5. Ídem.
 4. Una vez finalizadas las tareas anteriores, se les expuso una presentación sobre las ilustraciones en los libros de texto, basada en una clasificación general de estas, y un decálogo sobre buenas prácticas en el uso de imágenes e ilustraciones en el aula. Durante la presentación tuvo lugar un coloquio sobre la temática.
 5. El siguiente paso consistió en presentar a los alumnos la estructura común de un artículo de investigación (cuadro 1), dado que la experiencia desarrollada culminaba con la exposición de un póster o comunicación al congreso monográfico PIIISA. En ese contexto, y como contribución final a este, se les pidió que enviaran por correo electrónico una referencia bibliográfica comentada sobre esta temática, una propuesta de mejora de las ilustraciones habituales y unas conclusiones-valoración del proyecto llevado a cabo. Así, se recogieron dos referencias (Pérez de Eulate *et al.*, 1999; Otero, 2003) y sus comentarios finales fueron integrados en el póster que se presentó en el congreso mencionado. Dadas las limitaciones de espacio de aquel, se incluyeron los objetivos de la experiencia, el organigrama (figura 1) y una síntesis de las conclusiones que exponemos más abajo.

Cuadro 1.
Estructura básica de un artículo de investigación

Planteamiento del problema y objetivos
Revisión de las investigaciones precedentes
Diseño de la investigación
– Muestra participante
– Metodología seguida
– Variables intervinientes
– Instrumentos de medida
Resultados y análisis
Conclusiones
Propuestas de mejora y líneas futuras

Cuarta sesión (pauta de investigación 6)

El congreso PIIISA tuvo lugar el día 22 de mayo de 2014 y en él participaron los alumnos de este proyecto, junto con todos los restantes. Hubo modalidad de comunicaciones en inglés y de póster, que

fue el caso de nuestros estudiantes. Estos revisaron el texto de aquel y estuvieron presentes para resolver las posibles dudas de los concurrentes.

CONCLUSIONES

Se agrupan en los apartados siguientes:

Respecto a los objetivos específicos de la experiencia de innovación

Si recordamos los objetivos específicos de esta innovación en cuanto a las pautas de investigación deseables, intentaremos comentar su grado de adquisición:

1. Motivación por la importancia del tema elegido en sus actividades cotidianas como estudiantes. Por el grado de implicación de los estudiantes que concluyeron la experiencia consideramos cumplido este objetivo.
2. La aproximación al marco teórico de la investigación (Lowe, 2000; Mayer *et al.*, 1995) y el reconocimiento del objeto de investigación (las ilustraciones). Entendemos que la lectura de textos en forma de artículo científico resultó difícil para los alumnos en un primer momento, aunque al final sí fueron capaces de buscarlo por sí mismos y extraer algunas consecuencias para su trabajo de investigación.
3. La observación pautada de dicho objeto (su papel en el aprendizaje y comparación de las ilustraciones sin texto/con texto). Los alumnos fueron capaces de describir y ejemplificar el uso habitual de las ilustraciones en el aula y en su estudio individual, así como de valorar y comparar, con cierto grado de detalle, la información extraída de estas en relación con cuando leían el texto acompañante.
4. El análisis de las ilustraciones (ideas previas sobre ellas y contraste con las aportaciones de la investigación educativa) y de los datos extraídos mediante los cuestionarios empleados. Los estudiantes tuvieron dificultad en categorizar las ilustraciones a partir de criterios propios. Tras la disertación de los responsables del proyecto, reconocieron que el papel de las ilustraciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias era más complejo de lo que ellos habían estimado inicialmente.
5. Implicaciones para el trabajo de aula. Los alumnos propusieron mejoras en la confección de las ilustraciones por parte de las editoriales y en su utilización para la enseñanza.
6. La divulgación de la experiencia realizada. Los participantes en la experiencia colaboraron en la confección del póster presentado en el Congreso PIISA y pudieron compartir con otros muchos estudiantes de secundaria este singular acontecimiento.

Respecto a los datos analizados

- A pesar de que los libros de ciencias contienen gran cantidad de imágenes, los alumnos no siempre las utilizan de modo autónomo como guía para el aprendizaje en el aula, salvo que se les indique por parte de los profesores. Cuando estudian fuera del aula, las suelen consultar de forma casi equivalente antes de leer el texto o después de hacerlo.
- Aunque los libros de texto suelen incluir esquemas, gráficos y fotografías, son estas últimas las más frecuentes. Algunas de ellas no poseen valor para los estudiantes ya que aparecen como confusas y no aportan información o ayuda sobre el tema que se estudia.

- La gran mayoría de los profesores coinciden en que las ilustraciones constituyen un elemento muy importante para que los alumnos puedan entender el texto de una forma más clara y precisa, pero creen que muchos de ellos no sabe entenderlas y no les prestan atención, a pesar de ser comentadas en la clase. Utilizan también otras imágenes, aparte de las mostradas en el libro de texto, siendo partidarios un número significativo de profesores de la necesidad de alfabetizar visualmente a los alumnos para una mejor comprensión de estas. Una minoría de profesores piensa que las imágenes solo sirven para decorar o llamar la atención y, por tanto, que no poseen una influencia directa en el aprendizaje.
- En cuanto a la comparación entre la lectura que hacen los alumnos de la imagen sin texto y posteriormente con texto acompañante, todas las ilustraciones que escogieron fueron del ámbito de la Biología. En el primer caso los alumnos describen los rasgos que observan y predicen la temática de dicha imagen, pero también suelen valorarla como adecuada o inadecuada para lo que se supone que debe servir. Tras la lectura del texto relacionado con la imagen, declaran diversas aportaciones de este, tales como la ampliación, generalización o concreción de la información que aquella suministraba, la verificación (o no) de las predicciones realizadas sobre el significado de la imagen, o algunos elementos de ayuda a la comprensión; pero también señalan en algunos casos que el texto no contribuye a entender mejor la información extraída previamente de la imagen.

Propuestas de mejora para el uso de imágenes en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias realizadas por los estudiantes participantes en la experiencia

- Realizar una mejor explicación de las imágenes y un análisis más profundo de estas en el aula, valorando las aportaciones que prestan al texto tratado.
- Utilizar y trabajar con mayor frecuencia el estudio de dichas imágenes, tanto por parte del profesorado como del alumnado.
- Que las editoriales seleccionen las imágenes que incluyen sus libros de texto, aumentando su calidad didáctica y su relación con la temática que se está tratando, desechando aquellas que realmente no aportan nada a los alumnos.

Las conclusiones anteriores reafirman los consensos de la comunidad investigadora en torno a la necesidad, entre otras demandas, de: alfabetizar visualmente a los alumnos para permitirles identificar, analizar críticamente y valorar las imágenes habituales en la enseñanza; mejorar los tipos de imágenes de los libros de texto y su conexión con el texto escrito, y, finalmente, formar adecuadamente al profesorado para que sea capaz de incentivar estas competencias en el alumnado a su cargo.

Valoración del proyecto

Una de las debilidades que hemos detectado en nuestra experiencia radica en la alta tasa de abandono de estudiantes durante el proceso, lo que ha hecho que el número de los que llegan al final sea sustancialmente menor que el de los que lo iniciaron (en nuestro caso, lo hicieron nueve y acabaron tres). Ello se debe seguramente a las inseguridades que les puede generar una situación tan novedosa para ellos, compatibilizada con sus estudios y la coincidencia con periodos de exámenes, todo lo cual les ocasiona bastante estrés.

El congreso final constituyó todo un éxito participativo (más de 600 personas entre estudiantes y profesores de secundaria, universidad y del CSIC).

Finalizaremos haciendo referencia a unos comentarios literales realizados por dos de los alumnos participantes en el proyecto:

Solo queda decir que ha sido una suerte trabajar en un proyecto como este que nos ha introducido y enseñado cómo trabajan los investigadores y hemos aprendido a elaborar un proyecto científico recogiendo y analizando datos. En nuestra opinión creemos que estos proyectos son algo que debería experimentar y participar todo el mundo que quisiera, ya que son realmente un gran incentivo para los alumnos, así como una manera de encaminar nuestro futuro y saber cómo se trabaja en las universidades que para la mayoría de nosotros representan un futuro muy cercano, ya que prácticamente todos acabaremos en las universidades para poder conseguir una carrera, por lo que agradecemos mucho esta gran oportunidad que nos han servido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUTISTA, A. (2007). Alfabetización tecnológica multimodal e intercultural. *Revista de Educación*, 343. Mayo-agosto 2007, pp. 589-600.
- COOK, M. (2011). Teachers' use of visual representations in the science classroom. *Science Education International*, 22 (3), pp. 175-184.
- FANARO, M.A., OTERO, M.R. y GRECA, I.M. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2).
- GIL, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), pp. 197-212.
- LOWE, R. (2000). Alfabetismo visual y educación científica y tecnológica. *Boletín Internacional de la Unesco de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental*, XXV (2), pp. 1-3.
- MAYER, R.E., STEINHOFF, K., BOWER, G. y MARS, R. (1995). A Generative Theory of Textbook Design: Using Annotated Illustrations to Foster. *Educational Technology Research and Development*, 43 (1), pp. 31-41.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF02300480>
- OTERO, M.R. (2003). *Investigación en imágenes en la educación en ciencias. Imágenes, palabras y conversaciones*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, pp. 1-17.
- PERALES, F.J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 13-30.
- PERALES, F.J. y JIMÉNEZ, J.D. (2002): Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 369-386.
- PÉREZ DE EULATE, L., LLORENTE, E. y ANDREU, A. (1999). Las imágenes de la digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 165-178.
- ROTH, W.-M., POZZER-ARDENGI, L. y HAN, J.Y. (2005). *Critical Graphicacy Understanding Visual Representation. Practices in School Science*. Springer: Holanda.

ANEXO I.
Cuestionario previo alumnado

¿Qué tipos de ilustraciones suelen traer vuestros libros de ciencias?

Fotografías

Esquemas

Dibujos

Otros _____

¿Cómo trabajáis en clase con ellas?

No se trabaja con ellas

El profesor las comenta

Nos piden que las analicemos

Otros _____

¿Cómo las estudias en tu casa?

Las miro antes de leer el texto

Las miro después de leer el texto

Casi nunca las miro

Solo las miro si son llamativas

Otros _____

¿Te parecen habitualmente sencillas o difíciles?

¿Te ayudan en tu aprendizaje?

¿Recuerdas alguna imagen que te haya ayudado a comprender mejor algún concepto? Descríbela

Haz lo mismo para alguna que te haya resultado confusa

ANEXO II.
Cuestionario profesorado Proyecto PIISA 17e (2014)

1. ¿Qué uso hace habitualmente en clase de las ilustraciones que trae el libro de ciencias?
2. ¿Le parecen en general adecuadas o inadecuadas? ¿Por qué?
3. ¿Utiliza otras imágenes en la enseñanza (por ejemplo, dibujos en la pizarra, imágenes de internet...)?
4. ¿Cómo cree que utilizan los estudiantes las ilustraciones que incluye el libro de texto?
5. Señale si considera válida o no cada una de las siguientes afirmaciones³:
 - 5.1 *Un material educativo que presenta gran cantidad de imágenes, por su carácter estético, resulta motivador, y al llamar la atención de los estudiantes, contribuye a que el tema sea mejor comprendido.*
 Sí No
 - 5.2 *Las imágenes son más sencillas que las palabras, y por lo tanto resulta más fácil aprender un tema cuando se utilizan imágenes.*
 Sí No
 - 5.3 *Los materiales educativos deben incluir un buen número de imágenes para estimular la imaginación y el pensamiento creativo de los estudiantes.*
 Sí No
 - 5.4 *Las imágenes se recuerdan mejor que las palabras, y en consecuencia son más adecuadas para fijar los conceptos.*
 Sí No
 - 5.5 *Como las imágenes son más concretas que las palabras, resultan más apropiadas para aquellos estudiantes que tienen menos conocimiento.*
 Sí No
 - 5.6 *Las imágenes sirven para trasladar los conceptos científicos a la realidad cotidiana, constituyéndose en medios eficaces para reducir la abstracción.*
 Sí No
 - 5.7 *El auge de la cultura visual permite utilizar gran cantidad de imágenes como recurso educativo sin la necesidad de entrenamiento previo.*
 Sí No

Otras observaciones que desee realizar

3. Algunos de estos ítems han sido tomados del artículo: M.A. Fanaro, M.R. Otero e I.M. Greca (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4 , n.º 2.

Initiating high school students in educational research: the role of images in science textbooks

Francisco Javier Perales Palacios, José Miguel Vílchez González

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

fperales@ugr.es, jmvilchez@ugr.es

The article presents an educational innovation program that is part of a larger project (PIIISA) developed in the province of Granada (Spain) and that seeks to bring secondary school students closer to some of the research developed in the University of Granada and the centers of the Higher Council of Scientific Research residing in the same city (www.piiisa.es). At this level we offered the students the possibility of starting an investigation into the illustrations in the textbooks they used. The students who chose this option held regular meetings with the directors of the project to meet its objectives and assist in data collection and analysis.

The theme chosen for this project was '*The images in textbooks for secondary school science*'. The questions derived were:

1. What do the illustrations in the science textbook we are currently using in our class tell us?
2. How can we group them?
3. According to what these pictures tell us, do they help us better understand the science content they refer to?
4. If not, how can we improve them?

In pursuing these objectives the students performed various tasks such as distributing questionnaires to their classmates and teachers at their school, responding themselves, analyzing illustrations in their textbook and the results of the questionnaires. They finally made a literature search on the subject of the project. The role of the directors was to guide their work, answer questions/solve doubts and provide them with information so they could frame their results in a larger context relating to the use of illustrations in teaching. Finally, students collaborated to give a form of research paper that was presented in poster format in a final Congress where all students participating in the overall project met.

As for the results themselves, they were grouped around:

1. *The objectives of innovation*

Students were generally able to:

- Engage actively in the project.
- Describe and exemplify the routine use of illustrations in the classroom and in their individual study as well as evaluating and comparing, in some detail, the information extracted from them when reading the accompanying text.
- Propose improvements in the production of illustrations by publishing houses and their use for teaching.
- Collaborate in the making of the poster presented at the PIIISA Congress.

Students had difficulty in:

- Reading texts in the form of scientific papers at first, but eventually they were able to look for them by themselves and draw some implications for their research work.
- Categorizing the illustrations from their own criteria. After the dissertation of the project leaders, they recognized that the role of illustrations in teaching and learning science was more complex than they had originally estimated.

2. *The data analyzed*

- Although science textbooks contain many images, students do not always use them autonomously to guide learning in the classroom, unless they are told to do so by the teachers.
- The most common images are usually photographs. Some images have no value for students since they appear confusing and do not provide information or assistance on the subject being studied.
- The vast majority of teachers agree on their importance for students to understand the text more clearly and precisely, but believe that most students do not know how to understand them or do not pay attention to them, although they are discussed in class, teachers being aware of the need to make students visually literate.

3. *Suggestions for improvement in the use of images*

- Give better explanations of the images and a deeper analysis in the classroom, evaluating the contribution they make to the text under consideration.
- Use and work studying these images more frequently, both by teachers and students.
- Publishers should select the images to include in textbooks, increasing their educational quality and relation to the subject being treated, discarding those that do not really add anything for the students.

4. *Assessment of the Project*

- One weakness was the high dropout rate of students in the process. This is probably due to the insecurities they may have in such a new situation for them, and the difficulty in making it compatible with their studies and examination periods.