

Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales

CARLA MATURANO
SUSANA AGUILAR
GRACIELA NÚÑEZ

Universidad Nacional de San Juan, Argentina

Introducción

En este trabajo presentamos las acciones desarrolladas y los resultados obtenidos en un proyecto de investigación educativa tendiente a brindar aportes para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Los aspectos que comunicamos se relacionan con la utilización e interpretación de imágenes cuando se enseñan y se aprenden contenidos científicos.

La investigación sobre el uso de las imágenes en este área ha cobrado gran importancia en los últimos tiempos. Perales Palacios (2006) realizó una amplia recopilación de los aportes que diversos autores hicieron sobre este tema. Entre ellos se pueden destacar, las indagaciones sobre el uso y la pertinencia de las ilustraciones en los libros de texto escolares (Perales y Jiménez, 2002, 2004; Jiménez y Perales, 2002), la mejor forma de incorporar ilustraciones en un texto (Mayer, 2001) y la utilización didáctica de los errores incluidos en historietas, prensa, novelas y libros de texto (Carrascosa, 2006). De los estudios realizados se abren numerosas líneas de investigación.

Perales y Jiménez (2002) destacan que las imágenes tienen un papel actual e histórico en la construcción de la ciencia, su interpretación no es obvia y requieren actuación específica para revertir las dificultades que puedan encontrar los alumnos frente a ellas. Para la indagación de esta problemática partimos de la hipótesis de que el uso de las imágenes en la enseñanza de las Ciencias Experimentales puede contribuir al mejoramiento de los aprendizajes en esta área. En un estudio de tipo exploratorio y descriptivo diseñamos instrumentos que permitieron, en diferentes niveles de análisis, ponderar el papel de las imágenes desde distintas perspectivas. Así, a través del uso de imágenes acerca del movimiento de los cuerpos, extraídas de libros de texto de Física, expresadas en diferentes tipos de lenguaje, con diferente grado de iconicidad y complejidad, pudimos acceder a valiosa información. Los resultados que presentamos constituyen una síntesis integradora de los diferentes aspectos indagados que fueron publicados en distintos medios de divulgación científica y se refieren a:

- El uso de imágenes en el diagnóstico de concepciones alternativas de los estudiantes (Aguilar, Maturano y Núñez, 2007a; Maturano, Aguilar y Núñez, 2007).

Revista Iberoamericana de Educación

ISSN: 1681-5653

n.º 49/4 – 10 de mayo de 2009

EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)



- Los tipos de respuestas que dan los estudiantes frente a los datos significativos desde el punto de vista científico, contenidos en las imágenes (Aguilar, Maturano y Núñez, 2008).
- La reflexión metacognitiva en relación con tareas propuestas acerca de imágenes (Aguilar, Maturano y Núñez, 2007b).

Marco teórico

La construcción del conocimiento científico implica, para el que aprende, un proceso de reestructuración, explicitación e integración jerárquica (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Este proceso de construcción supone un conflicto en el que intervienen los nuevos conocimientos y las ideas previas de cada sujeto, que en ciertas áreas científicas suelen discrepar considerablemente (Viennot, 1979; Rodríguez Moneo, 1999). Denominaremos *concepciones alternativas* al conjunto de conocimientos construidos por los estudiantes, diferentes de los científicos, que persisten en el tiempo, representan su modo particular de interpretar el entorno y les permiten actuar en distintas circunstancias. Pueden originarse en diferentes etapas de la vida en las que establecemos múltiples relaciones a través de la interacción de nuestros sentidos con el entorno, tanto en experiencias cotidianas como en situaciones escolarizadas. Las conclusiones se internalizan como evidencias incuestionables y como respuestas eficaces y útiles en diferentes situaciones (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Aramburu Oyarbide, 2004; Benarroch, 2005; Carrascosa, 2005; Rodríguez Moneo, 1999). En el campo de las Ciencias Experimentales se presentan discrepancias específicas entre las concepciones alternativas y los conocimientos científicos.

El proceso de construcción del conocimiento científico por parte del que aprende también supone el dominio del *lenguaje*. Todo aprendizaje científico implica la incorporación del vocabulario apropiado y de los códigos necesarios para la estructuración del pensamiento y de su comunicación (Soussan, 2003). Los contenidos de Ciencias Experimentales tienen la particularidad de incluir (además de un vocabulario científico propio): gráficas, fórmulas, ecuaciones e imágenes, que pueden resultar difíciles de comprender para personas no expertas en la materia.

Galagovsky (2004) distingue dos niveles, macroscópico y simbólico, para el lenguaje utilizado por un experto en Ciencias Experimentales. Estos niveles contemplan diferentes lenguajes en los que se pueden expresar los conocimientos: *visual, gráfico, formal y verbal*. Los tres últimos poseen características propias del nivel simbólico.

Según Douglas de La Peña, Bernaza Rodríguez y Corral Russo (2006) el manejo del lenguaje a nivel simbólico incluye: la comprensión de los signos que lo integran (identificándolos en una representación simbólica); la interpretación correcta (explicando la relación que se manifiesta entre los diferentes signos que componen la representación y expresando el significado de su integración como un todo) y la interiorización (de acuerdo al significado y representación de la realidad física). El dominio de los lenguajes correspondientes a este nivel podría evaluarse en la interpretación o representación adecuadas de diversas situaciones físicas.

En este trabajo nos interesa analizar la interpretación que hacen los estudiantes, influida por sus saberes previos, de la información científica presentada a través de imágenes. Perales Palacios (2006) define

la *imagen* como una "representación de seres, objetos o fenómenos, ya sea con un carácter gráfico (en soporte papel o audiovisual, fundamentalmente) o mental (a partir de un proceso de abstracción más o menos complejo)". Este autor diferencia la imagen de la ilustración por el carácter exclusivamente gráfico de esta última y por tener sólo la función de complementar la información que suministran los textos escritos. Por su parte, Torres Vallecillo (2007) propone una conceptualización más compleja de la imagen en tanto la entiende como "una producción material humana concreta, objetiva y subjetiva, basada en datos sensoriales, para conocer y producir conocimiento, comunicar y producir comunicación, crear y recrear el mundo exterior en el mundo interior del hombre (y viceversa)". Así, la imagen es un medio de comunicación donde existe un autor (que posee una intencionalidad) y un destinatario; ambos comparten una serie de significaciones o referencias en común.

La interpretación de las imágenes es idiosincrásica porque es el observador el que dota de significados a la imagen; él es un sujeto activo que procesa la información que le llega a partir de una imagen. Además, como la imagen es un instrumento de comunicación abierto o ambiguo, posee cualidades que influyen en el grado de aceptación y en la interpretación de su contenido por parte del observador.

Perales y Jiménez (2002), realizaron una adaptación de una escala de iconicidad construida por Moles (1992), estableciendo diferentes categorías de análisis para las imágenes contenidas en los textos escolares de Ciencias Experimentales. La escala se extiende desde los tipos de imágenes más realistas a las más simbólicas, a saber: fotografía, dibujo figurativo, dibujo figurativo más signos, dibujo figurativo más signos normalizados, dibujo esquemático, dibujo esquemático más signos y descripción en signos normalizados. Es necesario destacar que interpretar o leer una imagen icónica requiere conocimiento de los códigos y convenciones presentes en esas representaciones, según sea su grado de realismo o simbolización. Particularmente, las imágenes en Ciencias representan situaciones complejas, no siempre evidentes.

Las *respuestas* de los sujetos frente a la información contenida en una imagen son diversas según sea el tratamiento que efectúan de la información. Chinn y Brewer (1993, citado en Rodríguez Moneo, 1999) analizan las acciones de los sujetos en un estudio sobre las respuestas que se presentan frente a nuevos datos que contradicen sus teorías preexistentes, a los que denominan *datos anómalos*. Es decir, aquellos datos científicamente aceptados que a la luz de las teorías implícitas de los estudiantes llaman su atención y constituyen anomalías. Los autores explican que los estudiantes deben realizar un esfuerzo para coordinar sus teorías y la nueva información, lo que supone la toma de decisiones sobre los siguientes interrogantes: ¿son creíbles los datos de la imagen?, ¿es posible aceptarlos o no?, ¿es factible explicarlos?, ¿cómo?, ¿es necesario un cambio en las teorías y los procedimientos empleados para interpretarla?

Estas decisiones determinan diferentes tipos de respuesta que pueden expresar o no un cambio en la teoría. Entre las respuestas que no llevan al cambio están: ignorar, rechazar, excluir, dejar en suspenso o reinterpretar la información que contradice las teorías del sujeto. Por otra parte, pueden hallarse respuestas que implican un cambio en las concepciones preexistentes en el sujeto y, en este caso, se pueden distinguir las que denotan un cambio periférico en sus teorías y aquellas que manifiestan un cambio sustancial en éstas. El uso de imágenes en la indagación de este tipo de respuestas es un ámbito poco explorado y abre un camino de posibilidades que dio origen a algunos aspectos indagados en esta investigación.

También nos interesa investigar sobre la *metacognición*, que consideramos necesaria para la adquisición de conocimientos. Entendemos la metacognición como "el conocimiento y control de los propios

procesos cognitivos" (Flavell, 1976); es decir, la *"tematización o conceptualización explícita y consciente del conocimiento que tiene un sujeto sobre cualquier dominio específico de fenómenos de naturaleza cognitiva"* (Mateos, 2001).

Kuhn (1988) afirma que en el pensamiento científico debe darse una coordinación de la teoría con la evidencia. Para que esto ocurra, el sujeto debe ser consciente de su teoría. Si no es así, no puede evaluar la evidencia que la soporta ni concebir su falsedad y la existencia de teorías alternativas. Por lo tanto, la metacognición es esencial en el proceso de aprendizaje. Consideramos que la reflexión metacognitiva puede ayudar a los sujetos a evaluar sus propios procesos cognitivos y a realizar ajustes en sus teorías en el caso de detectar dificultades en el proceso de evaluación de la lectura de imágenes.

Descripción del estudio realizado

Esta investigación tiene un carácter exploratorio y descriptivo. Las hipótesis de trabajo, relacionadas con el mejoramiento de los aprendizajes en Ciencias Experimentales mediante la utilización de imágenes, nos llevaron a diseñar una serie de actividades a partir de la observación de tres imágenes que representan situaciones concretas con diferentes grados de abstracción. Las imágenes seleccionadas se encuentran en libros de Física de nivel universitario (Resnick *et al.*, 1999; Tipler, 1995). Los criterios de selección buscan la inclusión de variedad de grados de iconicidad (Perales y Jiménez, 2002), lenguajes (Galagovsky, 2004) y complejidad de los contenidos. Los mismos se aplicaron así:

- *Grado de iconicidad decreciente*: se secuenciaron partiendo de una fotografía que presenta semejanza con la realidad hasta llegar a un grado mayor de simbolización.
- *Uso de diferentes lenguajes*: las imágenes presentan un lenguaje visual (Imagen 1), un lenguaje mixto que combina visual y gráfico (Imagen 2) y un lenguaje puramente gráfico (Imagen 3).
- *Complejidad progresiva en los contenidos*: en todos los casos contienen un alto nivel de contenidos científicos debido a que la muestra corresponde al nivel universitario, sin embargo las imágenes incluyen una progresión de complejidad que va desde un movimiento en una dimensión hasta el movimiento de un proyectil contenido en el plano.

En el Cuadro 1 se presentan las imágenes utilizadas y su descripción.

CUADRO 1
Imágenes utilizadas en el estudio y su descripción

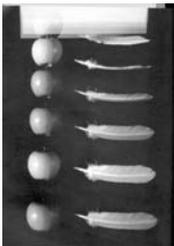
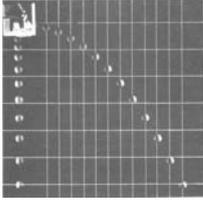
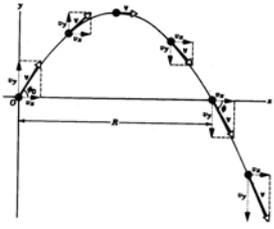
IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>IMAGEN 1 (Tipler, 1995)</p> <p>Fotografía estroboscópica que muestra la caída de una pluma y una manzana bajo la acción gravitatoria en el vacío.</p>

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>IMAGEN 2 (Resnick <i>et al.</i>, 1999)</p> <p>Fotografía estroboscópica que muestra la independencia de movimientos de dos proyectiles bajo la acción gravitatoria: uno que se deja caer verticalmente y otro que es lanzado en forma horizontal. La superposición de líneas verticales y horizontales pretende favorecer la comparación de los desplazamientos en las direcciones horizontal y vertical.</p>
	<p>IMAGEN 3 (Resnick <i>et al.</i>, 1999)</p> <p>Dibujo esquemático con signos (cuyo contenido simbólico requiere de un alto grado de conocimiento científico por parte del sujeto para decodificarlo y dotarlo de sentido) que muestra la descomposición del vector velocidad en direcciones horizontal y vertical para el movimiento de un proyectil que es lanzado en forma oblicua bajo la acción gravitatoria terrestre en el vacío. También se indica el alcance de este movimiento.</p>

El estudio involucra la aplicación de dos pruebas, una previa a la enseñanza (Prueba 1) y otra posterior a ésta (Prueba 2). En ambas proponemos las mismas imágenes para realizar comparaciones de las respuestas en relación con lo aprendido. Es importante destacar que durante la enseñanza, llevada a cabo con actividades que incluyen clases expositivas con participación de los alumnos y resolución de situaciones problemáticas de lápiz y papel, no se trabajó explícitamente en el aula con el análisis de las imágenes seleccionadas para este estudio.

- *Prueba 1:* En esta prueba pretendemos la expresión de las ideas de los estudiantes guiando la observación de cada imagen mediante actividades que van desde lo general a lo particular.
- *Prueba 2:* En ella intentamos predisponer a los estudiantes para que examinen cuidadosamente las imágenes indicando toda la información relacionada con el movimiento de los cuerpos que encuentren en ellas. Además, incluimos actividades que trascienden el plano cognitivo para favorecer la reflexión sobre la utilidad de las imágenes como recursos para la explicitación de las propias ideas. Finalmente, la última tarea propuesta busca la mención de la posibilidad de la existencia de algún error en las imágenes para favorecer mecanismos de sospecha de la falsedad de las mismas y ayudar a la concientización acerca de las posibles teorías alternativas.

La muestra seleccionada para este estudio exploratorio está constituida por 28 alumnos y alumnas de primer año de las carreras universitarias de licenciaturas en Astronomía y en Geofísica de la Universidad Nacional de San Juan.

Análisis de los datos

El presente estudio contempla varias instancias en el análisis de los datos:

- Uso de las imágenes en el diagnóstico de las concepciones alternativas en Ciencias.* El carácter sensorial e interpretativo de las concepciones alternativas nos alentó a indagar sobre los

supuestos de los estudiantes por medio de imágenes. Las elegimos como forma alternativa al método usualmente utilizado (la respuesta a preguntas cerradas) porque consideramos que en la interacción con una imagen, donde se representan situaciones concretas con diferentes grados de abstracción, podrían expresar con mayor fidelidad sus ideas. Además, buscamos observar si los aprendizajes de los alumnos se ponen de manifiesto en las similitudes y divergencias de las respuestas obtenidas en ambas pruebas y la persistencia o no de concepciones alternativas.

- b) *Indagación sobre los tipos de respuestas que dan los estudiantes frente a la información contenida en las imágenes.* El objetivo es recabar información acerca de las acciones de los estudiantes frente a los datos significativos desde el punto de vista científico, en las imágenes sobre el movimiento de los cuerpos.
- c) *Análisis de la reflexión metacognitiva de los estudiantes en relación con las tareas propuestas a partir de las imágenes.* Consideramos que la reflexión sobre el propio análisis de las imágenes podría favorecer el proceso de explicitación de las ideas de los estudiantes. Sobre esta base, nos interesa promover procesos de reflexión metacognitiva referidos al aprovechamiento de distintos tipos de imágenes como instrumento para explicitar las propias ideas.

Resultados obtenidos

Detallaremos algunos resultados obtenidos, a partir de las respuestas de los alumnos, agrupados según los siguientes aspectos:

- a) *La incidencia del tipo de imagen en cuanto a su utilidad como instrumento para la detección de concepciones alternativas.*
 - Las imágenes de mayor grado de iconicidad, lenguaje visual y menor complejidad conceptual permitieron expresar las concepciones alternativas acerca del fenómeno observado en forma clara y abierta.
 - Las imágenes mixtas (lenguaje visual y gráfico) son tratadas por la mayoría como fotografías sin atender a los detalles que las diferencian de éstas. Antes de la enseñanza, los estudiantes expresaron ideas que se relacionan más con los elementos que se perciben a primera vista en la imagen. Después de la enseñanza, aparecen respuestas que, aunque son imprecisas e incompletas, intentan establecer relaciones entre los elementos. Este tipo de imágenes también permitió conocer las concepciones alternativas de los alumnos y mostró las dificultades en el tratamiento de la imagen en su conjunto, especialmente para vincular sus elementos.
 - Las imágenes que incluyen solamente lenguaje gráfico con alto grado de simbolización y complejidad en su contenido científico necesitan para su interpretación el conocimiento de las convenciones de la comunidad científica sobre el tema y el dominio del lenguaje utilizado en la representación de su contenido. Antes de la enseñanza, muchos estudiantes se inhibieron de expresar sus ideas. Posteriormente, estas imágenes presentaron caracte-

rísticas particulares en su tratamiento permitiendo a los alumnos mostrar sus concepciones alternativas sobre el tema en una construcción más compleja pero muchas veces incompleta.

- Para todas las imágenes, cuando las concepciones alternativas de los estudiantes están fuertemente arraigadas se han dado casos en que las respuestas contradicen la evidencia presentada en la imagen. Aunque perciban lo contrario, sus concepciones prevalecen y los conducen a afirmaciones que discrepan con el fenómeno observado.
- b) *Respuestas que dan los estudiantes frente a los datos significativos, desde el punto de vista científico, contenidos en las imágenes.*
- En las respuestas de los estudiantes universitarios de la muestra existe un predominio del tratamiento superficial de los datos que se pone de manifiesto en las correspondientes categorías de: *ignorar*, *rechazar* o *excluir* los datos anómalos, *dejar en suspenso* sus respuestas o bien *reinterpretar* la información en función de sus concepciones alternativas. Luego de la enseñanza se observan algunos avances en las respuestas en que aparecen mecanismos como *seleccionar* o *explicar* el fenómeno desde el punto de vista científico.
 - El tipo de imagen, según el grado de iconicidad, también influye en el modo de abordaje de la información contenida en ella. Las fotografías estroboscópicas (Imágenes 1 y 2), que aparentemente expresan la realidad en forma más explícita, permitieron a los alumnos manifestar sus ideas con mayor libertad, pero revelaron mayores dificultades en el tratamiento de los datos anómalos, significativos desde el punto de vista científico. El dibujo esquemático con signos (Imagen 3), requiere de una serie de conocimientos científicos que condiciona las respuestas, ya sea hacia respuestas acertadas desde el punto de vista científico o a la abstención de responder.
 - Las características de la información que presenta la imagen intervienen en su tratamiento. Así, si la imagen es creíble para los estudiantes y los datos no presentan ambigüedades se facilita el procesamiento de la información desde el punto de vista científico. Las fotografías estroboscópicas presentadas resultaron poco creíbles en el caso de la caída de la manzana y la pluma, y ambiguas en los proyectiles simultáneos. En estas imágenes, los alumnos presentaron mayores dificultades, con predominio de mecanismos superficiales en el tratamiento de los datos anómalos y de sus ideas previas sobre la información que se muestra.
 - El reconocimiento de un tipo de imagen propio de las Ciencias en la Imagen 3 (dibujo esquemático acompañado de signos) abrió la posibilidad a dos polos de respuestas: por un lado, la *selección* de algunos datos o la *explicación* del fenómeno desde el punto de vista científico, aunque de manera incompleta, y por otro, el *ignorar* los datos o *dejar en suspenso* las respuestas, dado que la información que expresa este tipo de imagen requiere el conocimiento de los signos y códigos acordados por la comunidad científica. Los alumnos reconocen que esta imagen presenta contenidos de Ciencias y consideran adecuado expresar sus ideas (aunque sean incompletas) sólo cuando están seguros de ello, de lo contrario se inhiben de hacerlo. Por otra parte, la multiplicidad de datos

científicos que contiene este tipo de imagen pone a prueba las teorías preexistentes al respecto en los estudiantes. Acerca de esta imagen se observan avances significativos en el tratamiento de la información si se comparan las Pruebas 1 y 2.

c) *Reflexión metacognitiva en relación con tareas propuestas acerca de imágenes*

- La metacognición abrió un espacio de reflexión a los estudiantes y permitió crear puentes con los conceptos aprendidos, desde el punto de vista científico, favoreciendo el aprendizaje.
- Las actividades propuestas que solicitan un análisis detallado de las imágenes han ayudado al estudiante a darse cuenta de lo que sabe sobre el tema o de lo que desconoce sobre él. Las imágenes son significadas como un instrumento que les permite relacionar la teoría con la práctica, como si los fenómenos representados en ellas permitieran “aplicar” los conceptos estudiados.
- Algunas respuestas expresan concepciones del sentido común atribuidas a las imágenes, como: las imágenes son “más fáciles”, “muestran ejemplos”, “muestran la realidad” o las imágenes pueden expresar “todo”.
- La Imagen 3 es significada por los estudiantes como la que más les ayudó a pensar sobre sus saberes. A partir de las concordancias y divergencias que surgen de sus fundamentaciones podemos afirmar que algunos alumnos reconocen la necesidad de disponer de conceptos científicos para su interpretación. El gráfico cartesiano contiene códigos y formatos lingüísticos propios del lenguaje formal y constituye una representación abstracta propia del nivel simbólico.
- Las fotografías estroboscópicas (lenguaje visual) predisponen a los estudiantes a explicar el fenómeno sin las limitaciones propias de la asignatura. Los estudiantes entienden que las fotografías expresan hechos “reales” que deben explicar, posibilitando el surgimiento de sus concepciones alternativas con mayor facilidad. Las mayores dificultades se presentaron frente a la Imagen 2 que combina el lenguaje visual y gráfico. Así, el tipo de imagen influye en el procesamiento de la información y en las respuestas.
- La estrategia de restar autoridad a la imagen mediante la sospecha de un error posibilitó poner de manifiesto, en muchos casos, las dudas reales de los estudiantes, la persistencia de concepciones alternativas respecto al movimiento de los cuerpos y la existencia de respuestas de compromiso.

Conclusiones

- a) Destacamos que el uso de imágenes en la detección de concepciones alternativas ha permitido mostrar que los alumnos aplican sus teorías implícitas en diferentes niveles de análisis, basados en estructuras conceptuales de distinta complejidad (Pozo y Gómez Crespo, 1998) para los distintos tipos de imágenes. Después de la enseñanza, las respuestas de los alumnos

variaron. Algunas de las concepciones alternativas persistieron, otras se aproximaron al conocimiento científico y surgieron nuevas concepciones que intentan expresar de un modo más complejo las relaciones entre los elementos que muestran las imágenes.

- b) Detectamos dificultades asociadas al uso e interpretación de los lenguajes verbal, gráfico y formal característicos de las imágenes utilizadas. Esto nos ha llevado a proponer acciones que favorezcan el aprovechamiento de la riqueza expresiva y comunicativa de las imágenes a través del desarrollo de capacidades para describirlas y explicarlas en docentes y en estudiantes.
- c) Pensamos que es necesario el desarrollo de habilidades específicas en los estudiantes para la lectura de imágenes de diferentes grados de iconicidad, en distintas situaciones y contextos. Esta es una tarea importante en la actualidad en la enseñanza de las Ciencias Experimentales para todos los niveles educativos.
- d) El uso de imágenes en el aprendizaje de las Ciencias no debería partir de considerar que su interpretación es obvia ya que las mismas involucran diversidad de lenguajes y requieren la aplicación de estrategias acordes a su complejidad.
- e) La reflexión metacognitiva ayuda a los sujetos a evaluar no sólo sus propios aprendizajes sino también la ejecución de las tareas que propone el docente y a realizar ajustes en sus teorías en el caso de detectar dificultades en el proceso de evaluación. Nuestra investigación deja abiertos nuevos interrogantes acerca de la reflexión sobre la interpretación de imágenes en sujetos de diferentes edades y con distintas experiencias educativas previas.
- f) La inclusión de preguntas que cuestionen sobre la propia actividad cognitiva y la utilidad de los instrumentos de evaluación constituyen una herramienta que el docente podría utilizar en diferentes instancias con el objetivo de que los estudiantes reflexionen sobre sus propios procesos cognitivos, a fin de optimizar su control sobre ellos a favor de un aprendizaje autónomo.

Reflexiones finales y propuestas didácticas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales

Consideramos necesario el diseño de intervenciones didácticas específicas y apropiadas en torno a las imágenes para concretar los aprendizajes de los contenidos científicos en su complejidad. Las propuestas deberían promover el análisis de imágenes de diferentes tipos sobre contenidos científicos, su descripción y la explicación de los fenómenos que representan. Es importante concientizar a los docentes sobre esta problemática, para que en las clases de Ciencias enseñen a leer los contenidos en sus diferentes lenguajes, con el fin de habituar a los estudiantes a sus especificidades (Sardà *et al.*, 2006).

Proponemos a los docentes una serie de actividades áulicas centradas en la lectura e interpretación de imágenes en Ciencias Experimentales posibles de implementarse en el aula, tales como:

- Identificar los elementos presentes en imágenes y sus relaciones, así como los conceptos científicos que se representan en ellas, para promover la formulación de hipótesis, explicaciones, conclusiones y predicciones a partir del análisis global de la imagen.

- Cuestionar, poner en duda, aquello que aparece como conocido y obvio en las imágenes.
- Distinguir los diferentes lenguajes en que se expresan las Ciencias Experimentales, para la construcción de un saber integrado adecuado a cada contexto de aprendizaje.
- Explicitar los significados que atribuyen los estudiantes a las imágenes para lograr un dominio más completo de los lenguajes utilizados en las Ciencias Experimentales.
- Crear situaciones de discusión grupal en relación a las interpretaciones y expresiones de las ideas de cada estudiante frente a diferentes formas de representación de un mismo fenómeno, a fin de favorecer la interacción de significados y sentidos construidos y superar los aprendizajes memorísticos y las respuestas de compromiso.

Actualmente nuestro equipo de trabajo ha implementado la capacitación de docentes en ejercicio sobre temas vinculados con la lectura de imágenes, su procesamiento e interpretación, los distintos lenguajes en que las Ciencias Experimentales se expresan y los procesos de conversión entre ellos.

Bibliografía

- AGUILAR, Susana; MATURANO, Carla, y NÚÑEZ, Graciela (2007a): "Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios". En: *REEC*, vol. 6 (3), pp. 691-713. <http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N3.pdf> [Consulta: mar. 2007].
- (2007b): "Utilización de imágenes en un instrumento para diagnosticar conocimientos en Ciencias y favorecer la reflexión metacognitiva". II Jornadas de Pedagogía Universitaria. Ias. Latinoamericanas, UNSAM. San Marín, Buenos Aires, Argentina.
- (2008): "Análisis de los tipos de respuestas de alumnos universitarios en la lectura de imágenes sobre movimiento". En: *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, vol. 14, n.º 1. <http://www.uv.es/RELIEVE/v14n1/RELIEVEv14n1_3.htm> [Consulta: oct. 2008].
- ARAMBURU OYARBIDE, Miguel Ángel (2004): "Relaciones entre el desarrollo operatorio, las preconcepciones y el estilo cognitivo". En: *Revista Iberoamericana de Educación*, 33.
- BENARROCH, Alicia (2005): "Curso de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología". En: *La construcción del conocimiento científico*. Universidad de Granada.
- CARRASCOSA, Jaime (2005): "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen". En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), pp. 183-208.
- (2006): "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto". En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 3, n.º 1, pp. 77-88.
- DOUGLAS DE LA PEÑA, Carolina; BERNAZA RODRÍGUEZ, Guillermo, y CORRAL RUSSO, Roberto (2006): "Una propuesta didáctica para el aprendizaje de la Física". En: *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 37/5. <<http://www.rioei.org/experiencias110.htm>>. [Consulta: oct. 2008].
- FLAVELL, John (1976): "Metacognitive Aspects of Problem Solving". En: RESNICK, L. B. (ed.): *The Nature of Intelligence*. N.Y., Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- GALAGOVSKY, Lidia (2004): "Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas". En: *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), pp. 349-364, España.
- JIMÉNEZ VALLADARES, Juan, y PERALES PALACIOS, Francisco (2002): "La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de Física y Química". En: *REEC*, vol. 1, n.º 2. <<http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero2/Art5.pdf>> [Consulta: oct. 2008].

- KUHN, Deanna (1988): "Conclusión". En: KUHN, D.; ASMEL, E., y O'LOUGHLIN, M. (eds.): *The Development of Scientific Thinking Skills*. California, Academia Press.
- MATEOS, Mar (2001): *Metacognición y educación*. Buenos Aires., Aique.
- MATURANO, Carla; AGUILAR, Susana, y NÚÑEZ, Graciela (2007): "Las imágenes en el aprendizaje de las Ciencias Naturales". I Jornadas Nacionales de Investigación Educativa. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- MAYER, Richard (2001): "Using Illustrations to Promote Constructivist Learning from Science Text". En: DE OTERO, J.; LEÓN, J. A., y GRAESSER, A. C. (comp.): *The psychology of Science Text Comprensión*. Mahwah, N. J., Erlbaum.
- MOLES, Abraham (1992): "Pensar en línea, pensar en superficie". En: COSTA, J., y MOLES: A. *Imagen Didáctica*. Enciclopedia del Diseño. Barcelona, CEAC. 2ª ed.
- PERALES, Francisco, y JIMÉNEZ, Juan (2002): "Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto". En: *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 369-386.
- (2004): "Las ilustraciones en los libros de Física y Química de la ESO". En: GIL, J. J. (coord.): *Aspectos didácticos de Física y Química*. I.C.E. de la Universidad de Zaragoza, 12, pp. 11-65.
- PERALES PALACIOS, Francisco J. (2006): "Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las Ciencias". En: *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), pp. 13-30.
- POZO, Juan Ignacio, y GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel (1998): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, Ed. Morata.
- RESNICK, Robert; HALLIDAY, David, y KRANE, Keneth (1999): *Física*, vol. 1. México, C.E.C.S.A.
- RODRÍGUEZ MONEO, María (1999): *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Aique, Argentina.
- SARDÀ, Anna; MÁRQUEZ, Conxita, y SANMARTÍ PUIG, Neus (2006): "Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de Ciencias". En: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, n.º 2, pp. 291-303.
- SOUSSAN, Georges (2003): *Enseñar las Ciencias Experimentales*. Didáctica y Formación. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, UNESCO.
- TIPLER, Paul (1995): *Física*. Barcelona, Reverté.
- TORRES VALLECILLO, Marina (2007): "Imagen y comunicación: la alfabetización visual". En: *Eutopia*, artículo 9. Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). UNAM. México. en <<http://www.cch.unam.mx/eutopia/eutopia5/contenido/ar9.htm>> [Consulta: Mar. 2007].
- VIENNOT, Laurence (1979): *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. París, Herman.