

---

# Un estudio sobre las consignas: las representaciones figurativas en las clases universitarias de ciencias

A study of the assignment: the figurative representations in the university lessons of sciences

---

*Carolina Roldán, Alicia Vázquez y Alcira Rivarosa*

Universidad Nacional de Río Cuarto. E-mail: croidan@yahoo.com.ar, arivarosa@yahoo.com.ar

## Resumen

En este trabajo se presenta un análisis de consignas que se ofrecen a estudiantes universitarios de Ciencias Biológicas, en donde se solicita el uso, lectura o producción de representaciones externas de tipo figurativas. Este análisis se realizó en dos sentidos complementarios: en primer lugar, nos centramos en la caracterización de la naturaleza representacional de la información gráfica, para luego atender a los niveles de procesamiento de las mismas. Tras este análisis se presentan algunas consideraciones sobre la importancia del uso de representaciones figurativas para la enseñanza de las ciencias, así como también sobre la riqueza cognitiva potencial que tiene el trabajo con ellas en las aulas universitarias.

**Palabras clave:** Consignas, representaciones figurativas, enseñanza de las ciencias, educación superior.

## Abstract

This work consists of an analysis of assignments aimed at university students of Biological Sciences. These tasks require the use, reading or production of the figurative nature of graphic representations. This study was carried out in two complementary stages: firstly, we focused on the characterization of the representational nature of the graphic information, and secondly we focused on their levels of processing. With this analysis we present some considerations about the importance of the use of figurative representations for the teaching of these sciences, as well as the potential cognitive richness that working with those representations has in the university classroom.

**Keywords:** Assignments, figurative representations, teaching of the sciences, higher education.

## Introducción

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia, en la cual nos proponemos estudiar las consignas de escritura como discursos que intervienen y regulan las actividades cognitivas de los estudiantes en el nivel superior<sup>1</sup>.

Para realizar este estudio, nos propusimos recolectar las tareas académicas de aprendizaje correspondientes a todas las materias obligatorias de las carreras Profesorado y Licenciatura de Biología. Hasta el momento contamos con un corpus de 30 protocolos -correspondientes a 11 materias de diferentes años de las carreras mencionadas- que incluyen más de 250 consignas de las cuales hemos extraído la muestra que

analizaremos en este escrito. Aunque en esa investigación nuestro interés está centrado en el análisis y caracterización de las tareas que demandan escribir a alumnos universitarios que estudian Biología, hemos observado que muchas de las actividades que los docentes proponen a sus estudiantes no requieren de interpretación y escritura en lenguaje natural, sino que solicitan el uso, lectura o producción de diferentes tipos de información gráfica. Tomando en consideración esta particularidad creímos que no podíamos dejar de analizar estas tareas. Si bien sabemos que leer y escribir textos académicos en el nivel superior es el soporte principal del aprendizaje, parece ser que en la enseñanza de ciencias juega un papel central el manejo, interpretación y construcción de otros tipos de sistemas de representaciones diferente a

---

<sup>1</sup>“Las tareas de escritura en la educación superior. Tipos de consignas y demandas cognitivas en el área disciplinar de las Ciencias Biológicas” (Proyecto de Tesis Doctoral - Doctorado en Ciencias de la Educación - Universidad Nacional de Córdoba).

la escritura en lenguaje natural; representaciones que implican lectura y escritura en un sentido más amplio: uso de ilustraciones, diagramas, mapas, gráficos, etc.

En este artículo, en primer lugar presentaremos algunos lineamientos teóricos que desde el campo de la Psicología de la Educación (Pozo y Postigo, 1999; Postigo y Pozo, 2000; Martí y Pozo, 2000; Martí, 2003; Martí, 2008) se están desarrollando en relación a la adquisición, uso e implicancias de las representaciones figurativas en los procesos educativos<sup>2</sup>. En segundo lugar, recuperando estos fundamentos analizaremos, en dos sentidos complementarios, aquellas consignas en las que se solicita la utilización, comprensión o producción de representaciones externas figurativas. En un primer momento, apoyándonos en la categorización de la información gráfica que realizan Pozo y Postigo (1999), caracterizaremos las consignas centrando nuestra atención en la naturaleza representacional de la información gráfica. Mientras que, en un segundo momento, considerando los niveles de procesamiento de la información gráfica descriptos por Postigo y Pozo (2000), indagaremos qué nivel de análisis se privilegia en las tareas que demandan la utilización del formato de gráficas, ya que éstas constituyen la representación figurativa con la que más se demanda trabajar a los estudiantes en las clases universitarias de Biología.

Creemos que este análisis complementario se torna valioso para el ámbito de la formación de futuros docentes y licenciados en Biología, considerando que el conocimiento de esta disciplina se encuentra atravesado por una búsqueda de validación constante en diferentes fuentes representacionales -no sólo a través de la escritura- en pos de explicar y legitimar su saber, tanto a nivel macroscópico como microscópico. Reconocer esto nos desafía como docentes universitarios a asumir un rol más comprometido con nuestros estudiantes, que implique alfabetizar académicamente ofreciendo una alfabetización más diversificada que prepare y forme a los futuros biólogos para acceder a su comunidad científica. Finalmente, se presentarán algunas consideraciones acerca de nuestro trabajo sobre los sistemas externos de representación, así

como algunas reflexiones sobre las implicancias del uso de estas representaciones figurativas en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje que se despliegan en el nivel universitario y, particularmente, en el área disciplinar de las Ciencias Biológicas.

## Comprendiendo el mundo de los sistemas externos de representación

Desde hace poco más de diez años, los *sistemas externos de representación* están siendo estudiados en el campo de la Psicología de la Educación, donde se reconocen como objetos esenciales de la cognición, ya que al mediar en nuestras actividades diarias transforman en profundidad nuestro conocimiento, memoria, aprendizaje y comunicación (Martí, 2003). Desde esta línea de trabajo, se define a los sistemas representacionales como:

“...construcciones cognitivas de gran importancia cuya adquisición, más que una simple apropiación, necesita y pone de manifiesto un complejo proceso de re-construcción por parte del niño o del adulto (...) no son una mera traducción de representaciones internas o de otros sistemas simbólicos, sino que han de ser consideradas como objetos en sí mismos” (Martí y Pozo, 2000).

Las personas diariamente nos relacionamos con estos sistemas de representaciones: cuando hacemos la lista de compras, al ver televisión, al leer el diario, al utilizar la computadora, al observar las instrucciones para armar un artefacto, etc.; nuestras actividades cotidianas se encuentran mediadas constantemente por los diferentes tipos de sistemas de representaciones externas. Ahora, ¿cuáles son estos sistemas? Desde la línea de investigación que estamos tomando como referente, se propone diferenciar tres importantes grupos: la *escritura*, como representación del lenguaje; la *notación numérica*, como representación de la cantidad; y finalmente, las representaciones de objetos, personas o escenas a las que se denomina *representaciones figurativas*. Más allá de las particularidades que asume cada uno de estos sistemas, presentaremos a continuación una síntesis (Cuadro 1) de aquellas características

<sup>2</sup> Particularmente en el campo de la Enseñanza de las Ciencias, hemos encontrado una línea de investigación desarrollada por Perales y Jiménez, en la cual se estudian y analizan las ilustraciones e imágenes de los libros de textos de Física y Química. (Jiménez y Perales, 2001 y 2002; Perales y Jiménez 2002, 2004; Perales 2006), con menos incidencia en el estudio particular en el campo de las Ciencias Biológicas.

generales que comparten los tres tipos de sistemas de representación, para posteriormente, centrarnos en la descripción de uno de ellos, el de las *representaciones figurativas*, ya que el uso de este tipo de representaciones gráficas son las que

parecen constituir, como dijimos al comienzo de este trabajo, una particularidad que distingue a los procesos de enseñanza y aprendizaje que se despliegan en aulas universitarias de Biología.

SISTEMAS EXTERNOS DE REPRESENTACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>Escritura</b>	<p>1. <i>Existen como objetos independientes de su creador.</i> Las notaciones siguen existiendo como tales a pesar de que su productor no esté presente cuando se intenta interpretar las marcas gráficas realizadas.</p> <p>2. <i>Además de representaciones son marcas gráficas que requieren un soporte material determinado y que poseen cierta permanencia en el tiempo.</i> Esta característica es la que permite que sean fácilmente manipuladas, modificadas, accesibles, etc. Facilita el proceso de objetivación del referente, así como también ofrece la posibilidad de convertirlas en objetos de estudio, conocimiento y transformación.</p>
<b>Notación Numérica</b>	<p>3. <i>Son representaciones no desplegadas en el tiempo (independencia temporal) sino en el espacio.</i> Las notaciones en sí mismas no contienen restricciones temporales; es la utilización del espacio gráfico la que define su naturaleza.</p>
<b>Representaciones Figurativas</b>	<p>4. <i>Las notaciones constituyen sistemas organizados.</i> Las variaciones de las marcas y la disposición de las mismas no son azarosas, sino que obedecen reglas internas del sistema.</p>

**Cuadro 1.** Principales características de los sistemas externos de representación (elaborado en base a Martí, 2003).

### Las representaciones figurativas como sistemas externos de representación

No podemos negar que las imágenes ocupan un lugar importante en la sociedad actual y que asumen un rol central en los procesos educativos. Sería casi imposible imaginar un libro de texto sin fotos o dibujos; pasear por las calles sin hallar carteles que vendan diferentes productos comerciales; abrir el diario y no encontrarnos con fotos o con gráficos que reflejan diferentes aspectos de la realidad, como la económica. Es impensable realizar nuestras actividades diarias sin interceptarnos con una avalancha de imágenes. Haciendo referencia a esta realidad cultural vigente en relación a las representaciones viso-espaciales, desde el campo de la Psicología de la Educación se reconoce que la habilidad de procesar y tratar esta información es una destreza esencial para tomar decisiones y desenvolverse en el mundo de hoy; y en base a esta idea se postula (Pozo y Postigo, 1999; Postigo y Pozo, 2000; Baquero, *et al.*, 2000; Martí, 2003; Martí, 2008) la necesidad de incluir en el currículo una alfabetización gráfica (*graphicacy*) -complementaria a las tradicionales en relación a la escritura

y los números-, la cual permita a los estudiantes comprender autónomamente representaciones de tipo figurativo, sin confiar en la aparente sencillez e inmediatez de la imagen. Según Martí (2003) por encontrarse basadas en la imagen, las representaciones figurativas son consideradas como formatos fáciles de interpretar y de construir; sin embargo, las reconoce como un objeto peculiar de conocimiento con ciertas especificidades que las tornan en objeto de conocimiento y aprendizaje complejo.

“...los sistemas figurativos se caracterizan por un tipo peculiar de organización espacial que conserva (ya sea en un espacio gráfico bidimensional, ya sea en un espacio tridimensional) determinadas propiedades espaciales del referente. En este sentido, se diferencian de todos aquellos sistemas (como la escritura o la notación numérica) que se basan en una relación arbitraria, convencional y que conllevan una organización del espacio gráfico totalmente diferente” (Martí, 2003).

Así como hemos reconocido en el apartado anterior características generales que comparten los sistemas externos de representación, Martí (2003)

reconoce particularmente en el interior de los sistemas figurativos distintos tipos de representaciones considerando tres dimensiones de análisis:

- *La relación de semejanza.* Desde esta dimensión podemos distinguir la existencia de un continuo, en el cual en uno de los extremos se ubican aquellas representaciones figurativas que reproducen con un alto grado de similitud al referente (por ejemplo: fotografías, ilustraciones, etc.), mientras que en el otro extremo del continuo se sitúan aquellas representaciones que no manifiestan una importante semejanza con el referente, sino que sólo conservan correspondencias con representaciones espaciales del representante (por ejemplo: mapas, planos, diagramas, etc.).
- *La combinación de relaciones arbitrarias y relaciones figurativas.* Algunos sistemas figurativos se caracterizan por combinar relaciones figurativas y arbitrarias e incluyen algunos signos que completan su significado (por ejemplo los mapas, dibujos esquemáticos de objetos, etc.).
- *La naturaleza de la información representada.* Los diferentes representantes figurativos también pueden diferenciarse por el tipo de información que distinguen del referente. Por ejemplo, muchos gráficos pueden expresar relaciones numéricas entre variables, un diagrama puede representar un concepto abstracto como el de fuerza, etc.

Son estas particularidades que presentan las representaciones figurativas, las que nos llevan a concebir este sistema como un modo particular de representar mediante imágenes información o conocimiento específico de un área disciplinar, como podría ser el de la Biología. Pero, ¿por qué decimos que la utilización de estas representaciones nos desafía cognitivamente?

Construir representaciones figurativas supone una serie de operaciones de abstracción y asumir el reto de producir una representación que pueda ser interpretada por otra persona, que sin tener ningún tipo de información ligada al proceso de producción pueda reconstruir su significado. Del mismo modo, leer y comprender una serie de representaciones demanda que se pongan en juego procesos cognitivos complejos relacionados principalmente con la representación del espacio y el establecimiento de relaciones entre el referente y el representante. Son estas particularidades las que nos llevan a preguntarnos: ¿qué tipo de información gráfica se utiliza en las clases de Biología? ¿qué

formatos son los más elegidos para representarla? ¿qué nivel de procesamiento de la información se solicita a los alumnos? ¿qué tipos de procesos cognitivos implican estos procesamientos? Estas preguntas son las que intentaremos responder en el siguiente apartado.

## **Dos análisis complementarios del uso de representaciones figurativas en las tareas universitarias**

Para realizar este análisis complementario, creemos necesario considerar todas aquellas consignas que solicitan a los estudiantes el trabajo o la construcción de representaciones figurativas. El análisis se realizó en dos direcciones: por un lado, caracterizamos las consignas tomando como eje de reflexión la *naturaleza representacional* de la información gráfica utilizada. Mientras que por otro, nos centramos en aquellas actividades que demandan el uso o construcción de *gráficas* -considerando que este formato representacional es el más utilizado en las consignas de Biología- analizando los *niveles de procesamiento* de la información que las actividades demandan a los estudiantes. En este sentido, como mencionamos al comienzo del trabajo, de un total de 241 consignas recolectadas (correspondientes a 30 protocolos de tareas académicas), observamos que 150 (62.3%) de ellas demandan exclusivamente escritura en lenguaje natural por parte de los estudiantes; 40 (16.6%) refieren a otros tipos de tareas académicas como experiencias de laboratorio, actividades de múltiple opción, resoluciones analíticas, correspondencias, completar blancos, etc.; y finalmente, nos encontramos con un corpus de 51 (21.2%) consignas que proponen el uso, lectura o construcción de diferentes tipos de representaciones figurativas.

### *1. La naturaleza de las representaciones figurativas utilizadas en las consignas*

Tomando una cita de Liben y Downs (1992), Postigo y Pozo definen a las representaciones gráficas como “algo compuesto por marcas (puntos, líneas, sombras, colores...) sobre una superficie bidimensional de tal manera que las marcas conllevan un significado a través de las propiedades de su disposición espacial” (Postigo y Pozo, 1999). Es basándose en esta definición que reconocen cuatro grupos de información gráfica: diagramas, ilustraciones, mapas/planos/croquis y gráficas (Ver Cuadro 2).

TIPO DE GRÁFICO	RELACIÓN QUE EXPRESA	EJEMPLOS
Diagramas	Conceptual	Cuadros sinópticos, mapa conceptual, diagrama de flujo, organigrama, etc.
Gráficas	Númérica	Tablas de datos, histogramas, gráficas de ejes de coordenadas, pirámides de población, etc.
Mapas/Planos/Croquis	Espacial selectiva	Mapas geográficos, manual de manejo de electrodomésticos, etc.
Ilustraciones	Espacial reproductiva	Dibujos, pinturas, fotografías (de carácter figurativo y no abstracto).

**Cuadro 2.** Clasificación de la información gráfica (Postigo y Pozo, 2000).

Tomando en consideración esta diferenciación, hemos analizado el tipo de información representada y la forma gráfica con la que más se trabaja en las clases universitarias de la carrera de profesorado y licenciatura en Ciencias Biológicas<sup>3</sup>. El corpus de consignas estudiado nos muestra a las *gráficas* (72%) como formato privilegiado para presentar a los estudiantes en las consignas, seguida esta categoría por la utilización de *ilustraciones* (18%), y en tercer y cuarto lugar, con porcentajes menores, se observa la utilización de *diagramas* (8%) y de *mapas/planos/croquis* (2%).

Las *gráficas* son una representación figurativa que, tal como lo describen Postigo y Pozo (2000), nos permite generar *relaciones numéricas* que pueden existir entre dos o más variables a través de elementos como líneas, barras, sectores, etc., y es este tipo de *información* con la que más se solicita trabajar a los estudiantes de Biología. El uso, lectura y construcción de este tipo de representaciones figurativas implican la puesta en marcha de procesos cognitivos-notacionales complejos y con alto nivel de abstracción, como pueden ser la elaboración de categorías, entrecruzamiento de las mismas, definiciones de variables, organización o reorganización de información, identificación de frecuencias, entre otras.

La utilización y producción de *ilustraciones* también son muy frecuentes en las clases universitarias de Ciencias Biológicas; inclusive ocupan un lugar relevante en los manuales o libros que se utilizan en diferentes niveles educativos para la enseñanza de ciencias (Jiménez y Perales, 2001 y 2002; Perales y Jiménez, 2002, 2004; Perales,

2006). Este tipo de representaciones figurativas en las consignas presentadas a estudiantes de Biología, observamos que generalmente se utilizan para explicar o trabajar sobre procesos químicos o propiedades de tejidos, órganos, células que no son perceptibles a simple vista (microscópicos), por lo cual es muy importante que estas representaciones conserven y reproduzcan todos los elementos del objeto que se representa, atendiendo a aspectos como los de correspondencia espacial de los componentes representados.

En tercer lugar, identificamos la utilización de *diagramas*. Este tipo de trabajo demanda de los estudiantes poner en correspondencia *información conceptual*, lo cual les exige explicitar -en relación a una temática específica- diferentes tipos y niveles de relaciones que les permitan esquematizar la información con la que se encuentran trabajando.

Finalmente, discriminamos como categoría menos frecuente los *mapas/planos/croquis*, en donde la información que se maneja está estrictamente vinculada a lo espacial y a la localización de diferentes lugares o fenómenos representados (Postigo y Pozo, 2000). Respecto a este primer momento del análisis, creemos que es necesario preguntarse y dejar abierto a próximas revisiones las siguientes cuestiones: ¿con qué fin utilizan los docentes las representaciones en las consignas? ¿se les enseña a los estudiantes a leer la información que es representada a través de un gráfico, diagrama o ilustración? ¿se les enseña a construir este tipo de representaciones figurativas y advertir su utilidad en la disciplina que estudia? ¿qué tipo de análisis se solicita a los alumnos de estas representaciones?

<sup>3</sup> Es necesario aclarar que los datos que se presentan en este artículo refieren a una tendencia que se viene delineando hasta el momento, con un corpus de consignas de 11 asignaturas de diferentes años del profesorado y licenciatura de Ciencias Biológicas.

## 2. Niveles de procesamientos de información gráfica en las actividades académicas

Postigo y Pozo (2000) sitúan a lo largo de un continuo tres niveles de procesamiento de información gráfica. En un primer nivel, o en un extremo del continuo, reconocen el nivel de *información explícita*, el cual sería el más superficial, ya que se basa en el reconocimiento de los elementos existentes de la representación figurativa (título, tipos de variables, diferentes valores, etc.). En un nivel superior podemos distinguir el nivel de *información implícita*, que haría referencia al reconocimiento de una interpretación que va más allá de la lectura de valores aislados, identificando patrones y tendencias mediante el establecimiento de relaciones entre los mencionados valores. Este nivel implica

mayor complejidad que el anterior, ya que incluye estrategias de decodificación de la información, así como también supone cierto nivel de inferencia a partir de los datos brindados. Finalmente, el tercer nivel reconocido por los autores citados, se refiere al de *información conceptual*. Si bien este nivel se basa en los dos anteriores, se centra en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir de un análisis global de la gráfica incluyendo, además de la información explícita e implícita, explicaciones, interpretaciones, predicciones sobre la representación figurativa, etc. Como habíamos anticipado, analizamos con estos criterios las *gráficas* en tanto formato más demandado (72% = 37 consignas) en las consignas que se presentan a los estudiantes universitarios de Biología (Ver tabla 2).

NIVEL DE PROCESAMIENTO	EJEMPLOS
Explícito	1. Representa gráficamente la información provista por la tabla. 2. Indicar en el siguiente diagrama cuál es el área transversal de la vía de difusión (A) y cuál es la distancia de difusión (AX)
Implícito	1. Utilizando las tablas y gráficos estudia si las tres especies parecen ser similares en lo que tiene que ver con la forma y el color de los frutos. 2. En el siguiente gráfico indique qué significan la línea continua y la línea de puntos. Qué representa el punto de intersección con el eje X.

**Tabla 2.** Ejemplos de consignas según nivel de procesamiento de información.

En las 37 consignas analizadas, observamos que predomina fuertemente el *nivel explícito* (84%) de procesamiento de la información gráfica, el cual requiere a los estudiantes un análisis o trabajo superficial de las mismas, solicitando que se *identifiquen* datos manifiestos o evidentes en las gráficas brindadas por los profesores. No son tareas que demanden de los alumnos la puesta en marcha de procesos cognitivos que les exijan hacer otras lecturas, realizar análisis más profundos, tomar otras posturas, considerar múltiples puntos de vistas, ir más allá de lo reflejado por la gráfica a simple vista.

El segundo nivel de procesamiento de información, *nivel implícito*, se exige con menor frecuencia que el anterior; hemos reconocido sólo 6 (16 %) consignas que solicitan a los estudiantes una mirada que vaya más allá de la información explícita que puede extraerse de las gráficas. Creemos que es pertinente aclarar que dentro de este mismo nivel –volviendo a la metáfora del continuo para explicar las relaciones entre los tres niveles- las consignas

se sitúan más cercanas al *límite* que une este nivel con el anterior, que a aquel que lo articula al nivel siguiente (nivel conceptual).

Finalmente, no hemos hallado ninguna consigna que genuinamente exija a los estudiantes poner en juego, además de información explícita e implícita, otros conocimientos que puedan relacionarse con la representación figurativa presentada por el docente. Las actividades de interpretación o explicaciones que se solicitan en las actividades se acercan más a solicitudes de extraer información explícita de las representaciones que a niveles más complejos.

## Consideraciones finales

El análisis presentado en este artículo refleja, por un lado, la riqueza que poseen las diferentes representaciones figurativas en los procesos de enseñanza y aprendizaje en Biología; mientras que por otro lado, muestra el poco aprovechamiento que hacemos en las clases universitarias de ciencias



—al privilegiar un trabajo superficial y explícito— de esta riqueza potencial que encierra el uso, lectura y construcción de información gráfica. Tal como lo reconoce Gould “...las imágenes son vitales para nosotros” (Gould, 1996) y son significativas para explicar y validar el desarrollo de las Ciencias Biológicas y de la representación científica. Sin embargo, aunque parezcan sencillas de interpretar, hemos visto que son un objeto de conocimiento y aprendizaje complejo, que suele convertirse en un desafío cognitivo cuando trabajamos con ellas. Y es aquí, en la búsqueda de un mejor aprovechamiento de la potencialidad que posee el trabajo con representaciones figurativas, donde las consignas pueden —y deben— jugar un rol central, ya que funcionan como mediadoras de un aprendizaje más significativo y auténtico, y como complemento para la comprensión del objeto biológico. Ahora, ¿sabemos qué queremos que nuestros estudiantes aprendan cuando los hacemos trabajar con gráficas o ilustraciones? ¿hacemos explícitas nuestras intenciones de enseñanza al incluir un gráfico, una tabla, o un dibujo? ¿o solo lo hacemos porque es “obligado”, “prototípico” hacerlo en la enseñanza de ciencias?

Si prestamos atención al nivel de procesamiento que generalmente los docentes demandan cuando presentan gráficas a sus alumnos, podemos reconocer que, así como lo justifican Perales y Jiménez (2004) al estudiar las ilustraciones en los libros de

textos en el nivel secundario, las funciones que se atribuyen a las representaciones figurativas en las consignas, no van más allá de “decorar”, describir situaciones o fenómenos, o explicar situaciones que ya han sido descriptas. Entonces, ¿cuál es el valor que le estamos otorgando a la utilización de las representaciones en las clases de ciencias?

En la historia de la ciencia (Gould, 1996) las representaciones figurativas han sido esenciales para explicar aquello “inobservable”, han contribuido en la definición y validación de importantes modelos conceptuales, han funcionado como *fuerza potenciadora de conocimiento*. Sin embargo, en las aulas universitarias parece disociarse la modalidad de avance de las ciencias, de la modalidad de enseñanza de las mismas.

En las aulas universitarias, no sólo debería rescatarse la potencialidad que tienen estos sistemas figurativos para complementar la comprensión de los textos científicos-académicos a los que se enfrentan los estudiantes, sino que principalmente creemos que el trabajo con estas representaciones —actividad habitual en la comunidad científica— puede contribuir a la comprensión de los niveles de complejidad que posee el conocimiento de la Biología, el cual demanda del uso de múltiples formatos representacionales para justificar sus modelos explicativos.

## Referencias bibliográficas

- Baquero, B.; Schnotz, W. y Reuter, S. 2000. Adolescents' and adults' skills to visually communicate knowledge with graphics. *Infancia y Aprendizaje*, 90: 71-87.
- Gould, S. J. 1996. Escalas y conos: la evolución limitada por el uso de límites canónicos. En Oliver Sacks, D.; Kevles, R; Lewantin; Gould, S y Millar, J. 1996. *Historias de la ciencia del olvido*. Ediciones Siruela. Madrid
- Jiménez, J. D. y Perales, J. 2001. Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 3-19.
- Jiménez, J. D. y Perales, J. 2002. La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2).
- Martí, E. 2003. *Representar el mundo externamente. La adquisición infantil de los sistemas externos de representación*. Madrid: Machado Libros.
- Martí, E. 2008. Construcción de tablas y gráficos en primaria y secundaria. *Actas de Seminario Nuevas Alfabetizaciones en la educación del siglo XXI*. Bariloche, 3, 4 y 5 de septiembre de 2008.
- Martí, E. y Pozo, J. I. 2000. Más allá de las representaciones mentales: La adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje*, 90: 11-30.
- Perales, J. 2006. Pasado, presente y ¿futuro? de los libros de texto. *Alambique. Didáctica de las Ciencias experimentales*, 48, 57-63.
- Perales, 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), 369-386.
- Perales, J. y Jiménez, J. D. 2004. Las ilustraciones en los libros de Física y Química de la ESO. En Perales y cols. *Aspectos didácticos de la Física y la Química (Física 12)*. Zaragoza: Educación Abierta.
- Postigo, Y. y Pozo, J. I. 2000. Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90: 89-110.
- Pozo, J. I. y Postigo, Y. 1999. Hacia una nueva alfabetización: El aprendizaje de información gráfica. En Pozo, J. I. y Monereo, C. (Coord.) *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Aula XXI. Santillana.