

SELECCIÓN Y MANEJO DE ILUSTRACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA CÉLULA: PROPUESTA DIDÁCTICA

SELECTION AND MANAGEMENT ILLUSTRATIONS TO THE CELL TEACHING: A PROPOSE DIDACTIC

Fernando Tapia Luzardo

Jefe del Departamento de Biología de la Escuela de Educación, de la Universidad del Zulia.
Miembro del Comité Académico de la Maestría en Enseñanza de la Biología.
(fernajt@yahoo.com.mx)

Yannett Arteaga Quevedo

Miembro del Departamento de Biología de la Escuela de Educación, de la Universidad del Zulia.
Coordinadora de la Maestría en Enseñanza de la Biología.
(yarteaga@yahoo.com.mx)

RESUMEN: La célula es un contenido biológico de naturaleza abstracta, importante para comprender la materia viva y su relación con el entorno. Diversos investigadores reseñan errores conceptuales en los alumnos y dificultades para construir imágenes y modelos mentales relacionados con la célula; nuestra experiencia no ha sido distinta. Ello motivó realizar este trabajo, en el que se analizó el manejo de las ilustraciones como estrategia para la enseñanza de la célula en educación básica, evidenciando que estas son utilizadas, pero poco aprovechadas y/o usadas inapropiadamente. Desde esta experiencia introducimos unas propuestas didácticas para la selección y el uso en el aula de las ilustraciones referidas a la célula y sus procesos fisiológicos, así como estrategias evaluativas para verificar las construcciones mentales que acerca de ella realizan los alumnos.

PALABRAS CLAVE: ilustraciones, célula, estrategias de enseñanza, didáctica de la Biología.

ABSTRACT: The cell is a biological contents of abstract nature that is very important to comprehend the living matter and its relationship with the environment. Researchers review conceptual errors in the students and difficulties to create images and mental models related with the cell; our experience has not been different. That experience was the reason to fulfill this effort where it was analyzed the illustrations management as strategy to the cell teaching in Basic Education, evidencing that these are used but little profited and utilized inappropriately. Since this experience we propose didactic guidelines to the selection and management illustrations of the cell in the classroom and its physiological processes, like evaluative strategies to verify the mental creation that students do about it.

KEY WORDS: illustrations, cell, teaching strategies, Biology's didactic.

Fecha de recepción: mayo 2010 • Aceptado: febrero 2012

Para citar: Tapia, F. y Arteaga, Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: Propuesta Didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (3), pp. 281-294

INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La célula es un contenido biológico abstracto que se trata en la secundaria debido a su importancia para comprender en profundidad los procesos biológicos, así como la organización de la materia viva y su relación con el entorno. En este sentido, está justificada su inclusión en los programas de este nivel educativo, pues la célula constituye la base para la construcción de contenidos biológicos relacionados con la comprensión de los seres vivos y su fisiología, uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias en la secundaria. Los trabajos realizados por Rodríguez y Moreira (1999), Rodríguez (2000), Rodríguez y Moreira (2002) y Mangascini (2006) confirman nuestra experiencia acerca de los obstáculos para la enseñanza y el aprendizaje de dicho contenido en este nivel, incluso en la educación superior. Estos autores reseñan, principalmente, algunos problemas a los que se enfrentan los estudiantes para construir imágenes y modelos mentales relacionados con la célula y sus procesos fisiológicos, así como errores conceptuales.

El uso de ilustraciones es una estrategia que favorece la comprensión de conceptos abstractos, de manera particular en las Ciencias Naturales (Vaca, 2003; Díaz y Hernández, 2004), pues a través de ellas se representan objetos y procesos cuando no se tiene la oportunidad de tenerlos en su forma real o cuando la realidad puede tornarse confusa en la mente del estudiante (Díaz y Hernández, 2004; Pérez *et al.*, 1999), como pudiera suceder al enseñar la estructura de la célula y sus procesos fisiológicos, ya que se trata de una entidad real pero microscópica cuya estructura no puede visualizarse en toda su dimensión.

Se han realizado diversos estudios en relación con el uso de las ilustraciones y su beneficio para lograr un aprendizaje significativo o una mayor comprensión de conceptos científicos en la enseñanza de las Ciencias Naturales. En el caso de la Biología, Pérez *et al.* (1999) realizaron una investigación donde se analizaron ilustraciones del aparato digestivo y excretor en textos de primaria. También Rodríguez (2000) reseña trabajos sobre el uso de color en las ilustraciones y su efecto en el aprendizaje y la asociación de estas con el discurso de los textos. En el caso específico de la célula, se cita una investigación en la que se analizan dibujos realizados por estudiantes sobre células y cortes de células, evidenciándose pocas destrezas para realizar dibujos que expresen la estructura tridimensional de la célula. Maldonado *et al.* (2007) realizaron un trabajo en el que se analizaban dieciséis textos de secundaria que tenían ilustrados los ciclos biogeoquímicos del carbono y el nitrógeno, y entre sus conclusiones destaca una afirmación que consideramos importante: el hecho de que se evidencia una mejoría en la representación gráfica de estos procesos en los textos analizados. Asimismo, en función de la experiencia que nos da el mantener contacto con los libros de texto, es evidente que se han mejorado las representaciones gráficas de la célula y sus procesos fisiológicos. Sin embargo, aún hay mucho trabajo por hacer.

Teniendo en cuenta que estas investigaciones constatan la importancia del uso de las ilustraciones en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, observamos que en los trabajos revisados (Díaz de Bustamante y Jiménez, 1996; Rodríguez, 2000; Fanaro, Otero y Greca, 2005; Mengascini, 2006, y Fonseca, 2010) y de acuerdo con Perales (2006), es poco lo que se aborda en cuanto al análisis del uso didáctico que realizan los docentes de las ilustraciones y las dificultades que pudieran presentárseles a estos cuando deciden utilizar ilustraciones referidas a las células, obtenidas de los textos o de medios electrónicos. En virtud de lo anterior, partimos del supuesto de que uno de los nudos críticos responsables de la problemática en el aprendizaje de la célula es el inadecuado manejo didáctico de las ilustraciones en el aula de clase, así como las ilustraciones inapropiadas en los textos, unido a la naturaleza abstracta del concepto.

En ese orden de ideas, orientamos nuestro propósito de investigación hacia el análisis del manejo didáctico por parte del docente de las ilustraciones referidas a la célula, pues tal como afirma Vaca

(2003) el profesor es quien debe interponerse entre la ilustración y el alumno, dándole significancia y orientando la percepción sensorial hacia los objetivos y propósitos de la lección de enseñanza.

Las ilustraciones son representaciones visuales de objetos o situaciones sobre una teoría o un tema específico (fotografías, dibujos, entre otros) y, como estrategia didáctica, facilitan la codificación visual de la información, por tanto sirven de apoyo al contenido que se considera valioso, ayudan a comprender e identificar las características de lo real de elementos complejos y representan objetos, procedimientos y procesos cuando no se tienen en forma real (Díaz y Hernández, 2004).

Estos autores proponen como tipos de ilustraciones, encontradas fundamentalmente en textos con fines educativos, las siguientes: 1) Las ilustraciones descriptivas, que muestran cómo es un objeto físicamente; en ellas los alumnos deberían distinguir las características esenciales del objeto. 2) Las ilustraciones expresivas, utilizadas para movilizar el saber ser y convivir. 3) Las ilustraciones constructivas; Con estas se busca explicar los componentes de un objeto, un aparato o un sistema. 4) Las ilustraciones funcionales, que tratan de explicar las interrelaciones entre las partes de un objeto o sistema (explican procesos). 5) Las ilustraciones algorítmicas, cuya finalidad es describir procedimientos, rutas, posibles caminos a seguir para la resolución de problemas.

Ahora, en relación con el uso didáctico de las ilustraciones, deben considerarse cuestiones como la calidad, cantidad y utilidad de las imágenes; también la finalidad que se persigue al utilizarlas, su asociación al discurso o al texto y, además, es necesario tener en cuenta el público al que van dirigidas (Díaz y Hernández, 2004; Rodríguez, 2000).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta investigación se abordó bajo los principios de la metodología cualitativa, privilegiando el estudio de caso. Este proceso nos permitió develar y describir comportamientos que son observables, incorporando la voz de los participantes, sus experiencias, actitudes, pensamientos y reflexiones tal y como son expresados por ellos mismos (Sandín, 2003). Coherentes con el enfoque asumido, seguimos la ruta metodológica planteada por Arteaga (2008), siendo la primera fase la determinación del componente empírico, donde, después de plantearnos el propósito de investigación, identificamos y delimitamos los aspectos del uso didáctico de las ilustraciones en la enseñanza de la célula en el nivel de secundaria. Esto nos permitió establecer las subcategorías para el análisis de las ilustraciones y su uso didáctico, tal como se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1.
Categoría para analizar el uso didáctico de las ilustraciones en el aula

Categoría de análisis	Subcategorías	Propiedades	
Ilustraciones	Características generales	-Color -Nitidez -Calidad	
	Tipos	Descriptivas	Muestran: el objeto físicamente. características definitorias
		Expresivas	Consideran aspectos actitudinales y emotivos
		Construccionales	Explican componentes o elementos de una totalidad
		Funcionales	Describen visualmente interrelaciones entre las partes de un objeto o un sistema. Muestran un proceso o la organización de un sistema
		Algorítmicas	Describen procedimientos o rutas.
	Manejo didáctico	- La ilustración es pertinente con el contenido que va a ser aprendido. - Tienen relación con los contenidos más relevantes que se tratan en la clase - Se pone en evidencia la relación que tiene con el contenido tratado - El docente explica detalladamente la ilustración. - Ubicación en el aula.	
Finalidad de uso	- Sirven de apoyo al contenido que se considera valioso. - Ayudan a comprender e identificar las características de lo real de elementos complejos. - Representan objetos, procedimientos y procesos cuando no se tienen en forma real.		

En la segunda fase, referida al componente metodológico, establecimos a) el diseño de la investigación, donde se hizo la selección del escenario de la investigación, de las unidades de información y de las técnicas para la recolección de la información; b) el proceso de recolección y organización de la información, y c) el proceso de validación de la información.

En cuanto al diseño de la investigación, el escenario seleccionado fue una institución educativa pública ubicada en el municipio de Miranda del Estado de Zulia, siendo nuestras unidades de información dos docentes que dictaron la asignatura Ciencias Biológicas del tercer año de la educación secundaria, en el periodo escolar 2007-2008, y que fueron seleccionados según los criterios establecidos por Stake (1999). En relación con las técnicas para la recolección de la información, utilizamos la observación no participante en el aula, la entrevista semiestructurada y la no estructurada. También se hizo revisión de artefactos (programa vigente de la asignatura Ciencias Biológicas para el nivel que hay que analizar y el manual del docente, utilizados por los profesores para la planificación de las actividades del aula) (Goetz y LeCompte, 1988).

Respecto al proceso de recolección y organización de la información, señalamos que fueron observadas veinte clases entre los dos docentes. Estas observaciones de clase fueron grabadas en audio y vídeo. Para las anotaciones directas utilizamos un cuaderno de observación en el cual se registraron los hechos relevantes durante el desarrollo de las sesiones y las anotaciones que hacían los docentes en la pizarra, entre otras. Posteriormente, con ayuda de las grabaciones, se realizaron las crónicas según las orientaciones de Quevedo (2005). En cuanto a las entrevistas, se realizaron cuatro, de las cuales la primera fue semiestructurada y estuvo dirigida a caracterizar a cada docente. Antes de la fase de observación de clases se indagó sobre los siguientes aspectos: años de servicio, asignaturas trabajadas

y formación inicial, entre otros (ambos docentes eran licenciados en Educación, mención Biología y Química). También allí se negociaron las condiciones para el acceso al aula. El resto de las entrevistas fueron no estructuradas y realizadas en el transcurso de la investigación; en este caso se utilizó un guión para orientar la conversación: el objeto fue indagar sobre la planificación, las estrategias utilizadas en el aula para la enseñanza de la célula y las razones o motivos por los que seleccionaba dichas estrategias, incluyendo el manejo de las ilustraciones como estrategia de enseñanza. Las entrevistas también fueron grabadas en audio y posteriormente transcritas. Por último, la revisión de artefactos se efectuó con ayuda de una matriz de análisis, para extraer las estrategias de enseñanza propuestas en el diseño curricular.

El proceso de validación se realizó mediante la triangulación de la información recogida en las observaciones de clase, las entrevistas y la revisión de artefactos.

HALLAZGOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, exponemos lo encontrado en el programa de la asignatura Ciencias Biológicas vigente en el momento de la investigación y en el manual para el docente (cuadro 2), ya que estos documentos son utilizados por los docentes participantes de la investigación al diseñar su planificación.

Para comenzar la discusión, destacamos que ambos documentos recomiendan estrategias para los objetivos instruccionales relacionados con la enseñanza de la célula y los procesos que en ella ocurren, en las cuales el profesor tiene que utilizar ilustraciones como apoyo didáctico. Es importante mencionar que en el objetivo relacionado con el transporte celular, ninguna de las estrategias recomendadas hace mención al uso de ilustraciones, sin embargo ambos docentes las utilizaron en todos los objetivos.

En cuanto a los hallazgos más relevantes, extraídos una vez elaboradas las crónicas de las observaciones de clases, estos fueron sistematizados en el cuadro 3, donde se recogen los hechos acaecidos durante el proceso didáctico llevado a cabo por ambos docentes, que de ahora en adelante denominaremos docente 1 y docente 2.

Cuadro 2.
Objetivos, contenidos y estrategias metodológicas
para la enseñanza de la célula en educación básica

<i>UNIDAD I. La célula como unidad de constitución y funcionamiento de los seres vivos</i>		
Objetivos específicos	Contenidos	Estrategias metodológicas sugeridas
1. Relacionar la teoría celular con los avances tecnológicos que contribuyeron a su formulación	-Teoría celular. Desarrollo histórico -Avances científicos y tecnológicos que contribuyeron al estudio de la célula. Microscopio	-Consultas bibliográficas -Discusión -Laboratorio -Elaboración de carteleras e informes
2. Interpretar la célula como un sistema	-La célula como sistema -Funciones celulares y estructuras donde se realizan	-Laboratorio -Cuadros resumen -Consultas bibliográficas -Discusión -Síntesis escrita -Representaciones gráficas

3. Explicar la función de transporte en la célula	-Transporte celular. Ósmosis Difusión. Fagocitosis. Pinocitosis	-Consultas bibliográficas -Discusión -Laboratorio -Relacionar conceptos
<i>UNIDAD I. La célula como unidad de constitución y funcionamiento de los seres vivos (cont.)</i>		
Objetivos específicos	Contenidos	Estrategias metodológicas sugeridas
4. Relacionar las funciones de fotosíntesis y respiración celular	-La fotosíntesis -La respiración celular -Relaciones entre estas funciones	-Consultas bibliográficas -Discusión -Laboratorio, discusión de resultados -Identificar en láminas y murales -Establecer semejanzas y diferencias -Elaborar informe
5. Describir la diversidad celular y su relación con la organización y especialización funcional de la célula	-Diversidad celular -Niveles de organización	-Consultas bibliográficas -Discusión -Laboratorio, discusión de resultados -Identificar en láminas y murales -Elaborar cuadros comparativos -Elaborar informe
<i>UNIDAD II. Información genética</i>		
Objetivos específicos	Contenido	Estrategias metodológicas sugeridas
4. Describir los procesos de mitosis y meiosis	-Mitosis -Meiosis -Gametogénesis: ovogénesis y espermatogénesis	-Laboratorio -Consultas bibliográficas -Discusión -Elaborar un modelo -Realizar cuadro comparativo
6. Describir la estructura del ADN y ARN y su importancia en la interpretación del código genético	-Modelos de las moléculas de ADN y ARN -Autoduplicación-transcripción -Código genético. Mutaciones -Investigaciones genéticas en Venezuela	-Consulta bibliográfica -Elaboración de modelos -Discusión

Fuente: Programa de estudio y manual del docente de la tercera etapa de la educación básica, área Ciencias de la Naturaleza y Educación para la Salud (1987).

Durante las observaciones realizadas a la docente 1, la gran mayoría de las ilustraciones utilizadas en las clases analizadas habían sido elaboradas por los alumnos con su supervisión. Las láminas estaban hechas en papel bond, algunas a lápiz y otras con colores muy suaves, colocadas en lugares fácilmente visibles para todos los estudiantes. Sin embargo, desde el fondo del aula se tornaba difícil distinguir con claridad las estructuras celulares representadas en los dibujos y las leyendas contenidas en ellas no podían leerse, con lo que fallaban los criterios establecidos para presentar una buena ilustración, como son la nitidez, la claridad y el color (Díaz y Hernández, 2004; Rodríguez, 2000).

Cuadro 3.
Uso de ilustraciones durante el desarrollo de las clases

Clases Estrategia	Docente 1		Docente 2	
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Ilustraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los alumnos llevaron láminas ilustrativas de la célula, aunque algunas láminas se apreciaban poco (hechas a lápiz). - Durante la exposición los alumnos apenas hicieron uso de las ilustraciones. - La profesora usó poco las ilustraciones disponibles en el aula. - La docente señalaba algunas estructuras celulares con poca precisión mientras explicaba. Por ejemplo, en la estructura del cloroplasto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las ilustraciones utilizadas son pertinentes con el contenido. - Las ilustraciones traídas por los alumnos fueron usadas solo por dos expositores: uno la usó pertinentemente (transporte celular) y el otro, al explicar las propiedades de la membrana plasmática, señaló en el dibujo el R.E. y el aparato de Golgi. - Al realizar las explicaciones la profesora no hizo uso de las ilustraciones traídas por los alumnos. Por ejemplo, explicó la fagocitosis y la pinocitosis y no utilizó el dibujo. - Dibujos con poco color y trazos claros difícilmente distinguibles desde el fondo el aula. - Demostración: usó un tubo de ensayo, y a la vista de todos los alumnos colocó una gota de azul de metileno para explicar difusión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Al llegar hizo varios dibujos en la pizarra sin cruzar palabras con los alumnos ("Copien y después explico"). - Explica los dibujos durante el desarrollo del contenido, de manera pertinente. - Los dibujos son pertinentes pero se presentan como la única forma de representar el concepto que se quiere. - Indica que deben memorizar los dibujos porque les preguntará sobre ellos en el examen. Borra algún nombre que deberán rellenar. Por ejemplo, si les sale un huevo en agua destilada eso es turgencia. - Los dibujos son hechos en la pizarra con tiza blanca. - No hizo uso de modelos, ni de dramatizaciones, ni del laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizó una ilustración de tipo funcional, para intentar explicar el proceso de fotosíntesis. - La ilustración fue hecha por el profesor en la pizarra, utilizando tiza. - La ilustración era pertinente para la explicación resumida del proceso de fotosíntesis, aunque no se ubicó espacialmente a los alumnos dentro de la célula. - Indica que la pondrá en el examen, borrando algunos nombres para que los completen (deben memorizar).

En cuanto al docente 2, realizó dibujos en la pizarra al comienzo de la actividad (figuras 1.a, 1.b y 2) con tiza blanca y no de colores, cuestión que justificó durante la entrevista por la carencia de recursos en la institución. Estos dibujos eran obligatoriamente copiados por los estudiantes en sus cuadernos, según indicaba el profesor. Las ilustraciones, aunque no tenían color, eran fácilmente distinguibles desde cualquier punto del aula.

Respecto al tipo de ilustraciones utilizadas por la docente 1, se pudo evidenciar que la mayoría fueron de tipo descriptivas, ya que mostraban las características definitorias del objeto que se iba a enseñar. Durante las clases de esta docente solo se mostró una ilustración de tipo funcional, relacionada con el proceso de fagocitosis. En el caso del docente 2, usó ilustraciones funcionales para explicar el proceso de fotosíntesis (figura 3). En el resto de los contenidos mostró ilustraciones descriptivas.

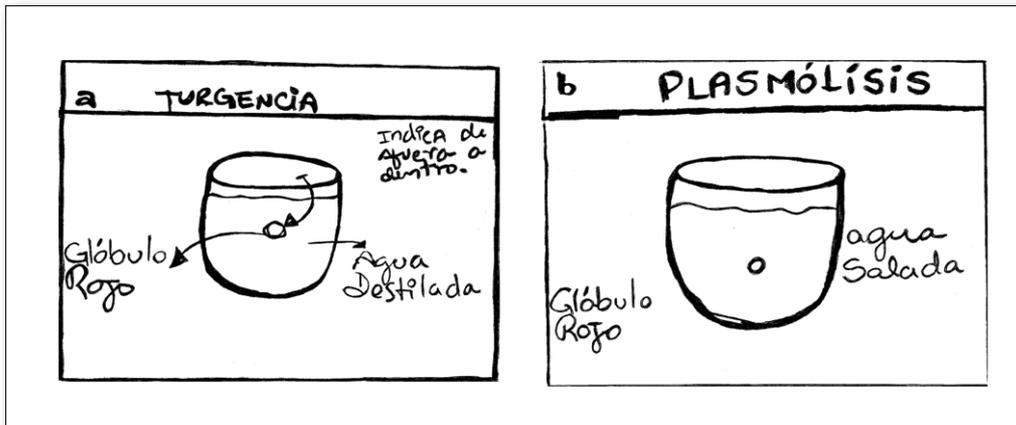


Fig. 1. Dibujos sobre plasmólisis y turgencia utilizados durante la clase de transporte celular (docente 2).

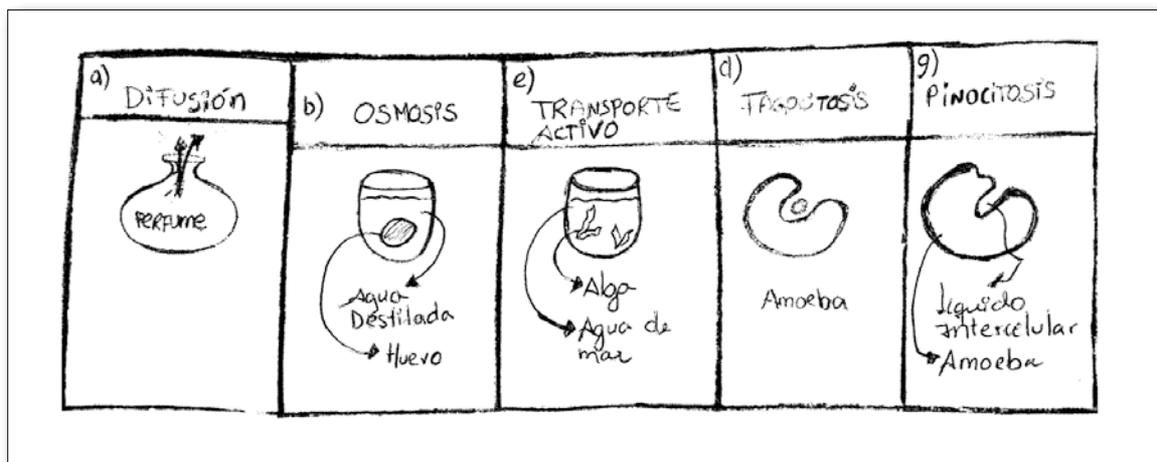


Fig. 2. Dibujos sobre los tipos de transporte a través de la membrana celular, utilizados durante la clase de transporte celular (docente 2).

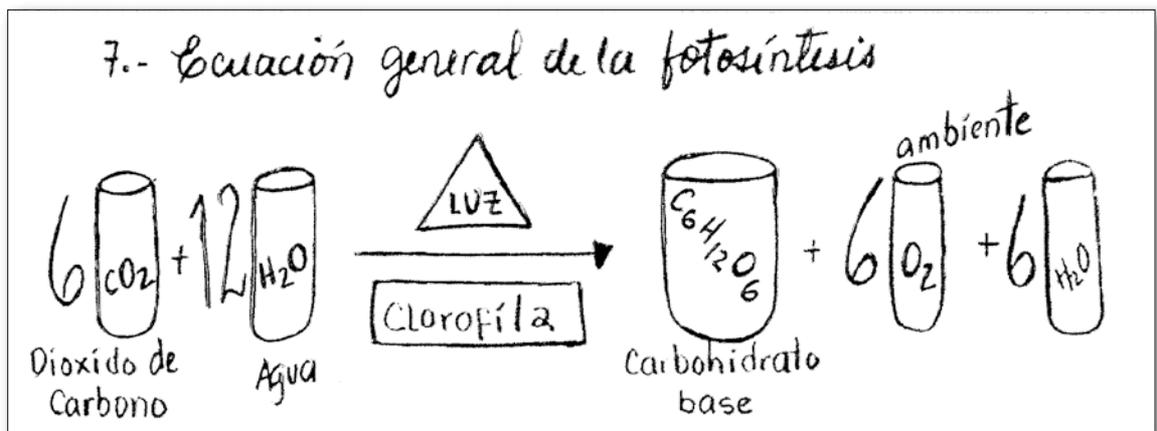


Fig. 3. Gráfico sobre ecuación general de la fotosíntesis utilizado en la clase de respiración celular y fotosíntesis.

Con relación al manejo didáctico de las ilustraciones en el aula, en una de las clases observadas de la docente 1, de los ocho estudiantes encargados de exponer parte del tema, solo uno de ellos relacionó las ilustraciones de forma explícita y adecuada al explicar los tipos de transporte a través de la membrana, mientras que el resto no las utilizaron o lo hacían de manera inadecuada, mostrando incoherencias entre lo que explicaban y lo señalado en las láminas. Esto evidenció la poca comprensión de las ilustraciones o la falta de habilidad para relacionarlas con el discurso, situación que pasó inadvertida ante los ojos de la docente. Asimismo, al explicar nuevamente los puntos expuestos por los alumnos, no aprovechó las ilustraciones y, en muchas ocasiones, no se evidenció su relación con el discurso. Por ejemplo, al explicar la fagocitosis no hizo uso de una lámina en la que se representaba este proceso celular, desaprovechando su manejo como estrategia; del mismo modo, al explicar la estructura del cloroplasto, la docente señaló la lámina de manera imprecisa al tratar de indicar cuáles eran los tilacoides, aunque tampoco podían distinguirse desde el fondo del aula, en oposición a lo propuesto por Díaz y Hernández (2004), quienes sostienen que explicar la ilustración y evidenciar su relación con el discurso es clave para el uso didáctico de esta.

A pesar de todos estos fallos, las ilustraciones eran pertinentes y guardaban importante relación con el contenido tratado en la clase, sin embargo no se aprovecharon.

El docente 2 explicó detalladamente las ilustraciones utilizadas durante el desarrollo de la actividad, explicitando su pertinencia con el discurso y el tema tratado en la clase, acorde con los lineamientos propuestos por Díaz y Hernández (2004).

A pesar de todos estos elementos favorables para el uso de las ilustraciones, estas se mostraban como la única forma de representar el proceso explicado, limitando la construcción de representaciones mentales en los alumnos. El docente incluso inducía a la memorización, indicando que serían evaluadas en el examen, donde colocaría la misma ilustración y ellos deberían completar algún elemento que faltara (nombre) o indicar el proceso representado (cuadros 4 y 5). Esto se evidenció en casi todas las clases de temas referidos a la célula o y los procesos fisiológicos que ocurren dentro de ella, como el transporte celular, la fotosíntesis, la división celular y la respiración celular, entre otros. Es decir, al final no se favoreció la construcción del conocimiento, sino la memorización, limitando los procesos estudiados a los ejemplos allí plasmados.

Cuadro 4.
Extracto de crónicas de la clase (docente 2)

Doc. (...) ejemplo, el frasco de perfume, se aprenden el dibujito, porque en el examen, les coloco un dibujito de esos y les pregunto: diga qué tipo de transporte está ocurriendo. Ustedes me tienen que decir qué es. Claro, yo les coloco los nombres: agua destilada, huevo, y ustedes tienen que decir cómo se llama eso (...).

Doc. (...) Ahora, si ustedes ven un huevo y agua destilada, y me colocan plasmólisis, ¡los raspo!, se tienen que aprender los conceptos y los dibujitos que son los ejemplos (...)

Por otra parte, durante las entrevistas, ambos docentes manifestaron utilizar el programa oficial de la asignatura para realizar la planificación de sus clases. Ahora, al indagar sobre la finalidad del uso de ilustraciones en el aula, la docente 1 manifestó desconocer que estas son más que un recurso y que representan estrategias válidas a fin de favorecer el aprendizaje de contenidos abstractos. Asimismo, expresó que no sabía dibujar y que cuando usaba alguna ilustración la traía ya elaborada. Al preguntarle sobre el beneficio para los estudiantes, contestó que “al ver un dibujo los alumnos y presentárselo de nuevo, pueden recordar”. De este modo busca estimular la memoria. Reafirmó lo anterior con la idea de que “... se les queda más observando”, con lo que de nuevo aparece el criterio

de la memoria. Los argumentos esgrimidos para justificar el uso de ilustraciones bajo cualquiera de sus formas fueron poco pedagógicos.

Cuadro 5.
Extracto de crónicas de la clase (docente 2)

Doc. No, porque debe estar la ecuación balanceada. Multiplican cada número y los átomos, totalizan y verifican del mismo modo del otro lado; en el examen yo les coloco ese dibujito y en el triángulo en que va la luz no les coloco nada. Y ustedes ¿qué van a poner?

A. Luz

Doc. Claro, ni que fueran gafos (...). En el rectángulo les quito la palabra, y ¿qué van a colocar?

A. Clorofila.

Doc. Así sucesivamente (...).

Ciertamente, Rodríguez (2000) destaca que las ilustraciones, más que ayudar a comprender, estimulan la memoria. Sin embargo, una ilustración bien utilizada en una clase no persigue solo esa finalidad, ya que aparece el docente entre la ilustración y el alumno, orientando la percepción de este hacia el propósito de la clase, de tal manera que la intervención del docente debe buscar el total aprovechamiento de la ilustración, dirigiendo su uso a identificar las características reales de elementos complejos o que no pueden tenerse en forma real, y por supuesto a la mejor comprensión del tema (Díaz y Hernández, 2004); evidentemente, unido al discurso y a cualquier otra estrategia que el docente crea conveniente.

En este sentido, el docente 2, durante las entrevistas, coincidió con lo planteado anteriormente por los autores, señalando que utilizaba las ilustraciones para la enseñanza de contenidos abstractos y organismos que no se puedan ver, incluyendo la célula, ya que “facilitan el conocimiento”. Sin embargo, en la práctica se desvirtúa, al inducir en los alumnos la memorización de las ilustraciones.

Los hallazgos extraídos del análisis del uso didáctico de las ilustraciones referidas a la célula apuntan a que estos docentes consideran las ilustraciones en su acción pedagógica, ya que son utilizadas a pesar de no estar directamente sugeridas por el programa curricular. Además, ellos las reconocen como un recurso importante para la enseñanza de algunos contenidos. Sin embargo, notamos el poco conocimiento y dominio didáctico de estas como estrategias de enseñanza.

CONCLUSIONES

Se evidencia coherencia entre lo que establece el programa de noveno grado para la enseñanza de la célula y la información recogida en el aula y las entrevistas, ya que el programa, aunque no menciona explícitamente el uso de ilustraciones, lo hace de forma indirecta.

Los docentes utilizaron ilustraciones en su mayoría descriptivas y pertinentes, pero descuidando aspectos como el color, y en algunos casos la nitidez y claridad de aquellas, elementos importantes para su uso en el aula.

Las ilustraciones fueron utilizadas con el propósito de memorizar, restringiendo la construcción de representaciones mentales de los alumnos y descuidando otros aspectos importantes, como es favorecer la comprensión del contenido. Esto no fue constatado en el aula. Es importante señalar que en uno de los casos la forma de evaluar las imágenes presentadas durante el desarrollo de las actividades del aula valoraba la capacidad del alumno para recordar las representaciones ofrecidas por el profesor,

en todos sus detalles, pero no la representación construida por los propios alumnos partiendo de las ilustraciones y el discurso de la clase.

Se descuida la explicación precisa de las ilustraciones. Esto podría interpretarse como que el docente da por sentado que los alumnos ya las conocen y comprenden. Sin embargo, esto no fue verificado durante el desarrollo de las actividades.

Cuando se utilizan ilustraciones en una clase, se corre el riesgo de no hacer explícita la relación de estas con el discurso, descuidando la función del docente como mediador entre la imagen y el alumno, que orienta su percepción hacia los objetivos establecidos.

El manejo de las ilustraciones durante el desarrollo de las clases no se corresponde con lo recomendado por los teóricos actuales.

Opinamos que las ilustraciones para la enseñanza de la célula son de gran utilidad y su manejo en el aula puede mejorarse, ayudando a los docentes a tomar conciencia de ciertos aspectos que se deben considerar para su mayor provecho. En este sentido, proponemos unos lineamientos didácticos para la selección y el manejo en el aula de las ilustraciones como estrategia de enseñanza.

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA SELECCIÓN Y USO DE ILUSTRACIONES

El uso de ilustraciones está plenamente justificado, considerando las dimensiones de las estructuras celulares. En este sentido, las ilustraciones jugarían un papel elemental para estudiar la organización, estructura y función celular; sin embargo sugerimos para su uso en el aula las siguientes recomendaciones:

Selección de la ilustración

Como señalan Díaz y Hernández (2004) y Rodríguez (2000), debe cuidarse la calidad de la ilustración en cuanto a: uso de colores, claridad y nitidez en todos los aspectos. Del mismo modo, es conveniente evaluarla desde el punto de vista didáctico, tal como sugiere Perales (2006). En este sentido, hay que discernir la complejidad de la ilustración en función del público al que va dirigida.

Debe seleccionarse siguiendo criterios científicos, identificando las fuentes, corroborando que exista congruencia entre la ilustración y los conceptos emitidos por la ciencia, y no contenga en sí errores que conlleven la formación de representaciones mentales en los alumnos alejadas de las teorías y los modelos más aceptados por la ciencia. Esta consideración se hace en función de otros trabajos de investigación (Mengascini, 2006; Rodríguez y Moreira, 2003; Rodríguez, 2000), en los que se señalan las dificultades que tienen los alumnos para construir representaciones mentales acerca de la estructura y organización celular, quizá por el uso de ilustraciones simplificadas. De ahí la importancia de esta reflexión en el momento de hacerse la selección.

Manejo de la ilustración en el aula

Deberá ser colocada en un lugar accesible a la vista, con un tamaño adecuado para que todos los estudiantes tengan la oportunidad de distinguir los elementos de esta.

Sugerimos que la ilustración sea explicada en detalle y se contextualice espacialmente, ya que en algunas imágenes de las estructuras y los procesos celulares, por ser tan puntuales, el alumno no logra discernir el conjunto de la célula, así como ubicar en el espacio los distintos compartimentos celulares. Esta consideración se hace tanto para aquellas ilustraciones que buscan solo explicar la estructura de la célula o de alguno de sus orgánulos, como para aquellas que tratan de ilustrar algún proceso

fisiológico de la célula, como la fotosíntesis o la respiración celular, entre otros, y que para su mejor comprensión el alumno debe visualizar claramente en la ilustración las estructuras donde ocurren.

Esta acotación se hace, ya que generalmente la célula se estudia como una isla, sin considerar su entorno inmediato. Debería diferenciarse si se trata de una célula aislada o inmersa en un tejido; en esta última, su entorno, en la mayoría de los casos, está constituido por células a las que está estrechamente unida. Así mismo, al estudiar un orgánulo celular, aun cuando se utilice una ilustración donde se represente como una isla, debe evidenciarse su posición en la célula, no solo de forma gráfica, sino que el docente, al ejercer su papel de mediador, también debe manifestarlo abiertamente a sus alumnos. La idea es tratar de mejorar la interpretación de las ilustraciones por parte de los alumnos y mejorar la comprensión de este contenido.

Estrategia evaluativa

El docente debería, por el mecanismo que crea más conveniente, verificar en el aula si la ilustración fue comprendida de forma adecuada, y con ello la estructura y organización de la célula, no intentando que el alumno memorice la ilustración, sino solicitando de él la propia interpretación de esta.

Desde nuestra experiencia en el primer año de la carrera universitaria, hemos propuesto durante las clases que el alumno imagine estar dentro de algún orgánulo o en el citosol de la célula, y que desde allí describa verbalmente lo que ve, la forma en que puede trasladarse y los obstáculos que encuentre; también hemos solicitado a los alumnos, durante varios años, la creación de cuentos y fábulas referidos a alguna experiencia en el interior de la célula (con ciertas pautas), cuentos que estamos recopilando para luego hacer un estudio en profundidad de su riqueza y de las posibilidades reales de evaluar conocimiento científico a través de ellos, representaciones mentales, creatividad, actitudes y valores, entre otros.

Evidentemente, estas estrategias nos ayudan a exteriorizar las representaciones que poseen los estudiantes de la célula, construidas a partir del discurso (Rodríguez, 2000), y las ilustraciones unidas a él, con la intención de ir mejorando la intervención del docente en el proceso educativo, haciéndola más ajustada a las necesidades reales de los alumnos. Actualmente nos estamos planteando realizar un proyecto con la metodología de investigación acción.

Por otro lado, en el caso de tener a mano otros recursos, como las TIC, vídeos, modelos o maquetas, estos resultarían de gran utilidad, buscando mejorar la construcción de las representaciones mentales de la célula.

Para terminar, cabe señalar que esta propuesta didáctica no pretende ser una regla para los docentes que enseñan este contenido, al contrario, constituye un pequeño aporte a la disposición de los profesores, para que sea criticada, validada y enriquecida, en aras de mejorar la calidad de la enseñanza de la célula en la educación básica, incluso en las instituciones de educación superior, de donde egresan los docentes que trabajan en la escuela básica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTEAGA, Y. (2008). *Conocimientos y creencias de los docentes de ciencias naturales*. Universidad del Zulia. Tesis Doctoral.
- DÍAZ-BARRIGA, F. y HERNÁNDEZ, G. (2004). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2.ª ed.). Editorial McGraw Hill Interamericana, S.A.: México D.F., México.
- DÍAZ DE BUSTAMANTE y JIMÉNEZ, M. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio, *Enseñanza de las Ciencias*, 2, vol. 14, pp. 183-194.

- FARANO, M.; OTERO, M. R. y GRECA, I. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: Las ideas de los profesores, *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, vol. 4, ISSN: 1579-1513.
- FONSECA, G. y FONSECA, A. (2010). Estrategias de enseñanza para el abordaje de imágenes en anatomía patológica, *International Journal of Morphology*. Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 4, vol. 28, pp. 1113-1123. ISSN 0717-9502. Disponible en línea: <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022010000400021&script=sci_arttext> (2011).
- GOETZ, J. P. y LECOMPTE, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Ediciones Morata, S.A.: Madrid.
- MALDONADO, F.; GONZÁLEZ, F. y JIMÉNEZ, M. (2007). Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno en los textos de secundaria, *Revista Eureka. Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3, vol. 4, pp. 442-460. Disponible en línea: <<http://www.apac-eureka.org/revista>> (noviembre del 2008).
- MENGASCINI, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular, *Revista Eureka. Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3, vol. 3, pp. 485-495. Disponible en línea: <<http://www.apac-eureka.org/revista>>.
- PERALES PALACIOS, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1, vol. 24, pp. 13-30. Disponible en línea: <<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n1p13.pdf>>.
- PÉREZ, L.; LLORENTE, E. y ANDRIEU, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2, vol. 17, pp. 165 -178. Disponible en línea: <www.invenia.es/oai:dialnet.unirioja.es>.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN (1987). *Programa de Estudio y Manual del docente, tercera etapa educación básica área ciencias de la naturaleza y educación para la salud*. Caracas, Venezuela.
- QUEVEDO, B. (2005). *Operatividad para elaborar la reflexión teórica de un trabajo de investigación siguiendo la ingeniería didáctica, como metodología de investigación*. Trujillo, Venezuela (doc. mimeografiado).
- RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. (2000). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula, *Investigações em Ensino de Ciências*, 3, vol. 5, pp. 237-263. Disponible en línea: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n3/13indice.htm>> (mayo del 2008).
- RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. y MOREIRA, M. A. (1999). Modelos mentales de la estructura y del funcionamiento de la célula: dos estudios de casos, *Investigações em Ensino de Ciências*. Disponible en línea: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n2/v4_n2_a1.htm> (enero del 2007).
- RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. y MOREIRA, M. A. (2002). Modelos mentales vs. Esquemas de célula, *Investigações em Ensino de Ciências*, 1, vol. 7, pp. 77-103. Disponible en línea: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/17indice.htm>>.
- SANDÍN, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación, fundamentos y tradiciones*. McGraw-Hill/ Interamericana de España, S. A. U.: Madrid.
- STAKE, R. (1999). *Investigación con estudio de casos* (2.ª ed.). Editorial Morata, Colección Pedagogía: Madrid.
- VACA, L. (2003). *Estrategias y recursos audiovisuales un punto de vista constructivista*. Editorial de la Universidad de Oriente: Cumana, Venezuela.

SELECTION AND MANAGEMENT OF ILLUSTRATIONS FOR THE CELL TEACHING: A DIDACTIC PROPOSAL

Fernando Tapia Luzardo (1),

Jefe del Departamento de Biología de la Escuela de Educación, de la Universidad del Zulia.

Miembro del Comité Académico de la Maestría en Enseñanza de la Biología.

(fernajt1@yahoo.com.mx)

Yannett Arteaga Quevedo (2)

Miembro del Departamento de Biología de la Escuela de Educación, de la Universidad del Zulia

Coordinadora de la Maestría en Enseñanza de la Biología.

(yartegaq@yahoo.com.mx)

ABSTRACT: The cell is a biological content of abstract nature, which is important to understand the living matter and its relationship with the environment; hence its inclusion as content in Basic Education programs is fully justified. Researchers described the difficulties faced by the students to build images and mental models in relation to the cell and its physiological processes, as well as conceptual errors. Now, illustrations have become a good strategy to promote the understanding of this concept, since through them, objects and processes can be represented when they are not in a real form, as in the case of the study of various cellular structures and physiological processes that occur within them. Many works highlight the importance of illustrations in the students' learning process; however, little is worked in relation to the didactic use that teachers do of them and the difficulties they might face when they decide to use illustrations relating to the cell. In this sense, we set up as a research purpose to analyze the didactic management by the teacher of illustrations relating to the cell, with the intention of making an educational proposal, aimed at improving the situation. The research was developed using a qualitative methodology, privileging the case study. The selected scenario was an institution for Basic Education of public nature. The units of analysis were 2 teachers of biological sciences. The techniques for collecting information were observation, no class participants (20), semistructured interview (1) and unstructured (3), and finally the revision of devices (current program of the subject). The validation process was done through methodological triangulation. As conclusions, it was shown coherence between what sets the curriculum for the cell teaching and the information gathered in the classroom and the interviews, but does not explain the use of illustrations. This is done indirectly. Teachers used mostly descriptive and relevant illustrations, but neglected aspects such as color, when, in some cases, sharpness and clarity are important elements for using in the classroom; in the same way, teachers neglected the accurate explanation of illustrations, without making explicit the relationship of these with the speech; therefore, the management of the illustrations in the classroom does not correspond with that recommended by the current theory. Finally, the purpose of the use of illustrations was aimed at stimulating the memorization rather than the understanding of the content. With intent to improve the situation, we wrote a didactic proposal for the selection and management in the classroom of the illustrations as strategy for the teaching of the cell. First, the selection of the illustration: this aspect must guard the quality of the illustration; it should be also assessed from the teaching point of view and discerned its complexity depending on the target audience. It must be selected following scientific criteria, verifying that there is congruence between the illustration and the concepts emitted by science, and do not contain in itself conceptual errors. The second aspect is related to the management of the illustration in the classroom: it is important to take care of its size and location in the classroom. We suggest that the illustration be explained in detail and be contextualized spatially, both for the illustrations that seek only to explain the structure of the cell or any of their organelles. For those which try to illustrate some of their physiological processes, we also considered relevant to highlight the cellular environment. Finally, it should be formulated any evaluative strategy: the teacher should check in the classroom, by the mechanism he or she thinks more convenient, if the illustration has been understood in an appropriate manner and with the structure and organization of the cell, asking them for the interpretation of it. To this end, we offer some alternatives that we have put in place during our classes, whose wealth we are currently evaluating. This didactic proposal is not meant to be a rule for teachers which should teach this content. On the contrary, it forms a small contribution available for teachers to be criticized, validated and enriched in the area of improving the quality of the cell teaching.