

PROPUESTA DIDÁCTICA Y DIFICULTADES PARA EL APRENDIZAJE DE LA ORGANIZACIÓN CELULAR

Adriana Mengascini

Grupo de Didáctica de las Ciencias (GDC)

Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB – CONICET – CIC- UNLP)

Universidad Nacional de La Plata, Argentina. adriamen@fcnym.unlp.edu.ar

[Recibido en Diciembre de 2005, aceptado en Marzo de 2006]

RESUMEN ^(Inglés)

Se propone una actividad sencilla para el tratamiento de las temáticas referidas a organización celular. Asimismo, se hace una revisión y se presentan nuevos resultados sobre nociones alternativas presentes en los estudiantes que pueden obstaculizar el aprendizaje.

Palabras claves: *Célula; concepciones alternativas; organización celular; propuesta didáctica.*

INTRODUCCIÓN

Los temas correspondientes a la citología son tradicionalmente tratados en la enseñanza de la biología en todos los niveles educativos. Dada la reiteración de estos contenidos, cabría suponer su aprendizaje por parte de los estudiantes. Sin embargo, algunos investigadores de la didáctica de las ciencias, así como nuestra propia práctica cotidiana, nos advierten respecto de esta afirmación, siendo variadas las dificultades que surgen en su aprendizaje.

En mi caso, trabajo como docente en un curso universitario de botánica correspondiente al primer año de las licenciaturas de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata, Argentina). Como suele corresponder a cualquier curso de biología, las clases prácticas se inician con la temática de citología. En nuestra asignatura se aborda el tema considerando las diferentes organizaciones celulares, así como las características particulares de las células vegetales. A lo largo de los años, nos hemos encontrado con dificultades variadas respecto de estos temas. Entre estos obstáculos se encuentran tanto dificultades por parte de los estudiantes, como nuestras concepciones y el contexto en el que se desarrollan las clases.

Así, reflexiones grupales nos han hecho replantear periódicamente el modo en que abordamos muchos de los temas. Con relación a la citología, la primera clase de nuestro curso se centra tradicionalmente en la organización celular, con una introducción a las características de las células procariotas y eucariotas. Uno de los

problemas se relaciona con las dificultades “técnicas” para la observación de células procariotas bacterianas con los microscopios disponibles para el curso. Las imágenes que obteníamos eran mínimos bastoncillos o esferitas que representaban bacilos y cocos obtenidos de lácteos o de cultivos. Sin embargo, estas imágenes en nada ayudaban a comprender la complejidad de estas células; sólo nos permitían tener una idea más precisa de las dimensiones celulares. Por otra parte, nuestras propias concepciones interferían negativamente, ya que, a semejanza de lo que observamos en muchos textos, teníamos tendencia a entremezclar las nociones de célula bacteriana con las bacterias mismas, es decir mezclábamos las características de una estructura particular (la célula procariota) con la de unos particulares seres vivos, organismos completos, como son las bacterias. Esto influía en el hecho de que termináramos derivando el curso de la clase hacia las características de organismos procariontes (modos de nutrición, hábitat, etc.), en detrimento del tratamiento de las características celulares (las que no podíamos visualizar en el microscopio como lo hacemos, por ejemplo, con los tejidos vegetales).

Dado este contexto pensamos en planificar una clase diferente a las habituales de nuestro curso. En principio, necesitábamos superar las dificultades técnicas respecto del poder de resolución y cantidad de microscopios disponibles. Por otro, volver a derivar el foco de la clase hacia la temática de la organización celular. Finalmente, trabajar con los conocimientos previos de los estudiantes; éstos, al llegar a nuestro curso han visto dicha temática tanto en su trayectoria escolar, como en un curso introductorio previo que realizan en la misma Facultad. También suponíamos que nuestros estudiantes tendrían concepciones alternativas, que resultaba necesario hacer explícitas para poder reflexionar sobre ellas y lograr un aprendizaje apropiado.

La propuesta resultante se presenta a continuación. La misma se viene implementando desde hace varios años en nuestro curso, y también, en forma más sucinta, en cursos de formación docente continua.

Por otra parte, ha resultado importante sistematizar las concepciones alternativas que pueden obstaculizar el aprendizaje de estos contenidos. Para ello, se presenta también una aproximación al tema basado en revisiones bibliográficas, en resultados de indagaciones propias (evaluaciones diagnósticas realizadas al inicio del curso) y en los de la implementación de la propuesta didáctica.

LA CITOLOGÍA EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

En contextos escolares, el estudio de las células se enfoca casi exclusivamente en relación con el cuerpo humano, como una derivación de estudios anatómicos. Este enfoque resulta apropiado si se tiene en cuenta que el propio cuerpo resulta a los niños más conocido que el de diferentes organismos. Sin embargo, puede derivar en una visión antropocéntrica que hace difícil imaginar a la célula como unidad estructural de todos los organismos. Por otra parte, cuando se estudian las características de organismos diferentes a los animales superiores, los nuevos contenidos suelen incorporarse por comparación, sustituyendo en los diferentes tipos celulares estructuras que no son equivalentes (como es el caso de las mitocondrias y los cloroplastos).

En relación con esto, es frecuente encontrar que los estudiantes, por considerar a la naturaleza celular como una característica particular de los animales, duden respecto de naturaleza celular o del carácter multicelular de otros seres vivos, como árboles, helechos u hongos, y que no consideren la presencia de cromosomas o información genética en ellos (Wood-Robinson, Lewis, Leach y Driver, 1998; Banet y Ayuso, 1995; Mondelo, García Barros, Martínez Losada y Vega, 1997).

Al referirse a "tipos" de células es frecuente que tanto estudiantes como docentes mencionen tipos funcionales y no tipos estructurales. Así, se mencionan a las células epiteliales, musculares o nerviosas como ejemplos de tipos celulares, que representan variantes fisiológicas dentro de un organismo animal complejo, y no procariotas y eucariotas, que son tipos diferentes estructuralmente (Cordero, Menegaz, Mengascini y Mordeglia, 2001).

Si bien los estudiantes aluden con frecuencia a la diversidad celular dentro del mismo organismo ésta resulta difícil de conceptuar. Es frecuente que consideren que los diversos tipos celulares tienen diferente información genética en relación con la función que cumplen. Por ejemplo, afirman que las células del epitelio bucal son semejantes entre sí porque son iguales genéticamente, pero difieren de las de otras partes del organismo; no pueden explicar cómo se transmite la información genética presente en el cigoto a las células del cuerpo que se formarán a partir de ella; en algunos casos la explicación dada es que dicha información genética se "reparte" entre las células (Banet y Ayuso, 1995).

También en relación con un enfoque "antropocéntrico" de la célula, ya hemos adelantado en un trabajo (Cordero et al., 2001), que, cuando se indaga sobre las funciones celulares, algunas respuestas de docentes y estudiantes no consideran algunas de las funciones, por estar éstas restringidas en el humano a aparatos especiales (como eliminar desechos) o, contradictoriamente, atribuyen a la célula funciones del organismo (sentir calor o frío, percibir sonidos, pensar). Esto remite a una indiferenciación de los distintos niveles de organización que abordan la complejidad de lo vivo, situación que hemos detectado también en el desarrollo de otros temas (Mengascini, 2005; Menegaz y Mengascini, 2005), atribuyéndose caracteres emergentes de un nivel a otros.

Con respecto a la estructura de las células se han encontrado diversas concepciones alternativas (Caballer y Giménez, 1993; Cordero et al., 2001; García Zaforas, 1991). Al preguntarse a estudiantes y docentes sobre los componentes fundamentales de todas las células, es frecuente la mención al núcleo y la omisión del citoplasma. De este modo, por un lado, se deja sin considerar la existencia de células sin núcleo definido (como las procariotas); por otro, parece concebirse la existencia de células "huecas".

Es frecuente que los estudiantes confundan respiración celular con intercambio de gases, es decir, que no se asocie la respiración con una combustión que ocurre a nivel celular (García Zaforas, 1991). Por otra parte, muchas veces se considera que las organelas encargadas de la respiración en los vegetales son los cloroplastos, afirmando además que en la respiración estos organismos toman dióxido de carbono y liberan oxígeno, lo corresponde en realidad al proceso de fotosíntesis.

Una cuestión que obstaculiza la comprensión de las células se relaciona con la visualización de estructuras tridimensionales a través de imágenes bidimensionales como esquemas, fotos o preparaciones microscópicas. De acuerdo con los resultados de algunas indagaciones (Díaz y Jiménez, 1996), se encuentran dificultades para el reconocimiento de estructuras al cambiar la orientación y para la extracción de información en imágenes complejas; por otra parte, las representaciones mentales de los estudiantes parecen combinar escalas diferentes, así como imágenes resultantes de distintas técnicas (microscopio óptico, microscopio electrónico).

Por otra parte, los temas relacionados con las estructuras subcelulares se estudian a través de modelos, como los de membrana o de ADN. Es frecuente que los estudiantes consideren a estos modelos como la "realidad". Esto suele reforzarse desde algunos textos escolares, que presentan esquemas sin aclarar que se trata de modelos o, incluso, afirmando, incorrectamente, que corresponden a imágenes de microscopios electrónicos (Mengascini, Menegaz y Mordeglia, 2004).

LAS CÉLULAS SEGÚN NUESTROS ESTUDIANTES DE BOTÁNICA

En nuestra práctica hemos encontrado varias de las nociones mencionadas más arriba. A estas podemos agregar la imagen de una célula procariota "vacía", la que consideramos resultante de las definiciones habituales para este tipo de células, basadas en la ausencia de estructuras (por ejemplo, carencia de sistemas de endomembranas, carencia de organoides membranosos, etc.); o una imagen de célula "huevo frito": "redonda" y con el núcleo también "redondo" además de central. Como hemos planteado en un artículo previo (Mengascini, 2005), la noción de "redondo" involucraría tanto el concepto de circular (plano) como esférico (tridimensional), planteándose una indiferenciación conceptual entre forma y contorno.

En un intento de sistematizar algunas de estas nociones en el año 2003 se realizó una evaluación diagnóstica a los estudiantes. En ella se les solicitaba que respondieran a las siguientes cuestiones: *¿Qué es una célula? Menciona y caracteriza los distintos tipos estructurales de célula.* Se obtuvieron 64 respuestas para la primera y 56 para la segunda. Los resultados se analizan a continuación. Las citas textuales de las respuestas se han escrito en cursiva, y las barras que separan oraciones o frases refieren a respuestas de estudiantes diferentes.

Por otra parte, se han consultado textos escolares en busca del posible origen de algunas de las respuestas obtenidas. Las citas de los textos se han indicado en cursiva y entre asteriscos. Las aclaraciones, para todas las citas, se ubican entre corchetes. Los puntos suspensivos entre paréntesis indican fragmentos de texto omitidos.

¿Qué es una célula?

En las respuestas de 18 de los estudiantes, las células aparecen correctamente definidas como unidades dentro de un ser vivo o de un organismo. Las mismas son calificadas como unidad estructural, funcional, de origen, vital, básica, anatómica y/o fisiológica. Por ejemplo: *La célula es la unidad estructural, funcional y de origen de todo ser vivo / Célula: unidad morfológica y funcional de los seres vivos / La célula es la unidad anatómica y fisiológica de todo ser vivo.*

En muchas de las respuestas (20 casos) las células aparecen definidas como unidades de "vida", tal como: *Una célula es la mínima unidad funcional y estructural de vida / Una célula es la menor porción de vida / La célula es la menor fracción de la vida / Es la menor parte de vida*. De este modo, equiparan el concepto de vida al de ser vivo. En otros, aparecen como unidades de "materia viva" (6 respuestas): *Una célula es la mínima porción de materia viva*.

Con la hipótesis de un origen escolar de esta noción, buscamos definiciones de célula en textos escolares de uso frecuente. Hallamos que, fundamentalmente en los niveles básicos (primer ciclo de la Educación General Básica, cursado por niños de 6 a 8 años) desde los mismos títulos la célula aparece definida como "unidad de vida": **La célula: unidad de la vida*, *La célula como unidad fundamental de la vida*, *La célula es la unidad de la vida**. Hacia el tercer ciclo de la EGB (estudiantes de 12 a 14 años) la definición ya no se explicita y se enfocan los aspectos estructurales y funcionales de las células con un mayor nivel de abstracción y detalle. Sin embargo, aún en textos de este ciclo es posible encontrar referencias tales como: **Bien, sin duda ya habrán observado células y apreciado que cada una de ellas constituye una unidad de vida...**. Consideramos a la vida más bien como un emergente, una propiedad que surge de la organización celular, y no algo que pueda dividirse en "porciones" más o menos pequeñas.

Algunas respuestas de los estudiantes resultan interesantes ya que hablan de unidades biológicas y de sistemas: *Es un sistema microscópico complejo / Es una unidad biológica, donde se producen todos los procesos metabólicos necesarios para el desarrollo de un organismo vivo*.

Otras respuestas resultan difíciles de clasificar, ya que remiten a características variadas, y en ningún caso las definen realmente. A modo de ejemplo: *Una célula se encuentra en cualquier ser vivo / Elemento fundamental para la vida de todo ser*.

En otros casos, confunden a la célula con un organismo o se evidencia la creencia de que son equivalentes: *Una célula es un organismo / Una célula es una unidad estructural que cumple todas las funciones de un ser vivo / Una célula es la mínima porción viva de un individuo que conserva las características de éste / Se comportan como individuos / Una célula es un organismo o sistema independiente*. Este tipo de nociones remite a lo expresado más arriba en cuanto a una indiferenciación de niveles de organización y la atribución de características de un nivel a otro.

Tipos estructurales de células

En la evaluación diagnóstica, 31 estudiantes responden que los tipos estructurales de células son procariotas y eucariotas. Sin embargo hacia el interior de las respuestas no siempre aparecen bien definidos los tipos celulares.

A semejanza de lo mencionado en otros trabajos (Cordero et al., 2001) algunas respuestas (3 de ellas) remiten a tipos celulares del ser humano: *Células nerviosas, células somáticas y células sexuales*. En otras respuestas se mencionan células animales y vegetales: *Encontramos dos grandes grupos celulares: células animales y vegetales*.

Además, varios estudiantes (8) responden a la pregunta sobre tipos estructurales de células describiendo o nombrando estructuras subcelulares: Estructuras celulares: membrana/s, núcleo, nucleolo, mitocondria, Golgi, ribosomas, lisosomas, retículo endoplasmático liso y rugoso.

En algunos casos se asocia procariota - eucariota con vegetal - animal, en diversas combinaciones: *Los distintos tipos de células son las (vegetal) eucariotas y procariotas (animal)*. Por otra parte, cinco de los estudiantes combinan distintos tipos celulares, mezclados como en el ejemplo que sigue: *Célula animal y célula vegetal, pueden ser procariota y eucariota*.

Finalmente, alguna respuesta remite a la forma, sin asociarla a ninguna de las categorías precedentes: *Hay células con estructuras de bastón, espiral*.

En el texto de las respuestas, e independientemente de los tipos celulares que se nombren, aparecen algunas nociones recurrentes. Por una parte, se entremezclan las células eucariotas con organismos pluricelulares y las procariotas con los unicelulares: *Procariota: generalmente se hallan en este grupo los unicelulares (...) Eucariota: en ésta están los organismos pluricelulares*. Con respecto a la combinación de categorías y entidades diferentes, como células y organismos, hemos encontrado en textos escolares referencias como la que sigue: [Título] **La diversidad de las células** [Subtítulos] **Bacterias**, **Protozoos**, **Hongos**, **Algas unicelulares**, **Célula vegetal**, **Célula animal**. Es probable que este tipo de presentaciones influya en las imágenes de los estudiantes.

En cuanto a la caracterización de las células procariotas, además de la asociación con organismos exclusivamente unicelulares (aunque muchos organismos procariontes, como en el caso de cianobacterias, presentan filamentos formados por numerosas células) y de plantear como ejemplo a los protozoos (que son organismos eucariontes), resulta recurrente la mención errónea de una cadena de ADN "simple" contra la doble hélice de las eucariotas, así como una síntesis de proteínas "distinta", aunque no se aclara en qué difiere.

Por otra parte, y en relación con otros resultados reportados, nuevamente aparecen respuestas que remiten a una indiferenciación de niveles de organización, confundiendo a los organismos con estructuras subcelulares, o a organelas con órganos: *Las eucariotas poseen un núcleo interno, rodeado por una membrana y hay organismos propios del núcleo. Las células procariotas no tienen un núcleo, pero los organismos que deberían pertenecer a éste se encuentran sueltos en una zona llamada zona nuclear / Las mitocondrias son aquellos órganos por donde respiran las células*.

Otra cuestión se relaciona con la comparación y la sustitución en diferentes tipos celulares de estructuras no equivalentes. Al caracterizar las células vegetales suele asimilarse el concepto de pared al de membrana plasmática, por lo cual es posible llegar a afirmaciones como la que sigue: *Las células animales (...) se hallan rodeadas por una membrana plasmática formada por una bicapa lipídica. En las células vegetales encontramos una membrana formada entre otros por celulosa; lo que brinda consistencia a la misma*. En otros casos, se omite la presencia de membrana plasmática debido a la presencia de pared celular. Los vegetales también resultan a

veces difíciles de conceptualizar, dada su particular nutrición en comparación con la de los animales. De este modo, y en concordancia con lo hallado en trabajos previos (Cordero et al., 2001) se considera que la respiración en estos organismos es inversa a la de los animales (tomando dióxido de carbono y liberando oxígeno); para ello estas células presentarían organelas específicas a cambio de las mitocondrias: *Además encontramos otro organoide, los cloroplastos, que cumplen la función de respiración celular, mientras que en las [células] animales lo hacen las mitocondrias.*

LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y SU FUNDAMENTACIÓN

Como se ha detallado en la introducción, uno de las motivaciones para el desarrollo de la siguiente propuesta fue la necesidad de superar los obstáculos materiales del poder de resolución y cantidad de microscopios disponibles. Por otra parte, la utilización de microscopios en clase no siempre resulta satisfactoria por diferentes motivos: requiere de ciertas habilidades en el manejo de instrumental de laboratorio, e implica un cierto nivel de abstracción para la comprensión de las imágenes; por otra parte, se dificulta el trabajo grupal en la interpretación de lo que se observa, dado que los estudiantes sólo pueden observar los preparados individualmente y no ven necesariamente todos lo mismo (y no al mismo tiempo).

Teniendo en cuenta todo esto, la propuesta parte del análisis de fotografías de microscopio electrónico (se puede acceder a muy buenas microfotografías en muchos sitios web). El uso de las mismas permite la visualización de las imágenes a un grupo completo de estudiantes y trasciende algunas de las dificultades de la observación microscópica. No es intención desestimar la importancia de observar con instrumental de laboratorio, sino plantear otro tipo de actividad con objetivos diferentes.

Consideramos que una de las dificultades para el aprendizaje de estos contenidos se relaciona con la excesiva, y a veces incorrecta, simplificación de las estructuras que se representan en muchos textos (más aún cuando muchos de nosotros insistimos en esquematizarlas con tiza en la pizarra). El análisis de microfotografías, aunque requiere de un trabajo más detenido, permite superar este obstáculo, presentando una imagen de las estructuras más aproximada a la que encuentran los científicos al investigar sobre ellas.

Este tipo de actividades permite ejercitar la interpretación de estructuras tridimensionales a través de imágenes bidimensionales (Díaz y Jiménez, 1996), tal como sucede también con la realización por parte de los estudiantes de dibujos y diagramas.

La actividad se plantea para una segunda etapa del tratamiento del tema, en una aplicación de aspectos teóricos trabajados previamente en el mismo curso o en cursos anteriores.

Material didáctico

Para la implementación de esta actividad, preparamos varios conjuntos de tarjetas (tantos como grupos de estudiantes se formaban en la clase) con microfotografías electrónicas de células eucariotas (vegetal y animal) y procariotas completas, así

como de estructuras subcelulares (mitocondrias, aparato de Golgi, núcleo, retículo endoplasmático, cloroplasto, etc.). Las fotografías presentaban escalas, de modo que los estudiantes pudieran comparar los tamaños relativos de las estructuras consideradas. No había ningún otro tipo de indicaciones en las fotos.

Actividades con los estudiantes

1. *Introducción al tema:* Se plantea que se va a trabajar con fotografías de células y estructuras celulares. ¿Qué habrá representado en esas fotografías? Anotamos en la pizarra todas las propuestas de los estudiantes.

A partir de allí preguntamos cuáles de todas las estructuras son esenciales para que a esa unidad la llamemos "célula", remarcando en color las respuestas. La intención de estas preguntas es la de retomar los conocimientos previos, así como las concepciones de los estudiantes respecto del concepto de célula y de las escalas relativas de las estructuras y la posibilidad de ser observadas en un microscopio.

Luego se reparten los juegos de tarjetas a cada grupo de estudiantes.

2. *Trabajo grupal con las tarjetas de célula:* Los estudiantes trabajan en grupo con el material didáctico, en respuesta a las siguientes consignas:
 - Identificar cuáles de las fotos corresponden a células completas y cuáles a estructuras celulares.
 - Comparar las células y establecer las diferencias entre ellas.
 - Identificar las estructuras celulares y compararlas.
 - Establecer relaciones entre las células y las estructuras celulares correspondientes.

Con este último punto se pretende que los estudiantes asocien organelas con células; por ejemplo, si ellos consideran que una foto representa un retículo endoplasmático rugoso, con qué células lo relacionarían (eucariota, procariota, animal, vegetal) y cuál de las fotos representa a dicha célula.

3. *Plenario:* Hacemos una ronda general, en la que cada grupo expone o comenta los resultados de su trabajo. Coordinamos y buscamos similitudes y diferencias entre las respuestas dadas. Remarcamos nuevamente en la pizarra las estructuras y células que los estudiantes afirman reconocer, así como las dudas que hayan surgido (no las respondemos en el momento, sino que quedan planteadas para el plenario final).
4. *Trabajo grupal con cuadros comparativos:* Nuevamente los estudiantes trabajan en los mismos grupos armados previamente. La tarea es hacer un cuadro comparativo entre los diferentes tipos de células reconocidos por ellos mismos. Para apoyar esta actividad, se reparte a cada grupo material bibliográfico para su consulta ante dudas o diferencias de opiniones.

5. *Plenario final:* Armamos en la pizarra un cuadro general con los aportes de todos los grupos. Se aclaran todos los aspectos que hayan quedado confusos o incompletos.
6. *Cierre:* Proyectamos las fotografías en una pantalla, preguntando e indicando todas las estructuras presentes, las dificultades que hayan surgido para su reconocimiento, etc. Los estudiantes disponen de copias individuales de las mismas que pueden ir completando en el momento. Retomamos las respuestas dadas al inicio de la clase y las reafirmamos o rectificamos, según el caso.

REFLEXIONES A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN

Como aportes positivos, la propuesta permite:

- Trabajar grupalmente en el reconocimiento de estructuras celulares microscópicas, visualizando las imágenes todo el grupo a la vez y permitiendo el intercambio de ideas y opiniones.
- Trabajar con los conceptos previamente adquiridos por los estudiantes, sin caer en repeticiones rutinarias.
- Hacer surgir algunas de las nociones alternativas o imágenes previas de los estudiantes y revisarlas.
- Presentar a los estudiantes imágenes más actualizadas, realistas y detalladas de las células que las tradicionalmente tratadas en clase.
- Finalmente, la similitud de una célula procariota con una organela eucariótica (dada su simplicidad y tamaño) tanto desde el punto de vista conceptual como desde las imágenes con las que se trabaja, permite introducir contenidos sobre la teoría endosimbiótica, que propone una explicación al origen de las células eucariotas basada en las similitudes de las mitocondrias y los plástidos con células bacterianas actuales.

Las dificultades que usualmente hallan los estudiantes para el reconocimiento de varias de las fotografías se relacionan con:

- La imagen de una célula procariota vacía. La fotografía con la que trabajamos es la de una célula de una bacteria fotosintetizadora, con complejos repliegues de membrana conteniendo pigmentos fotosintéticos. Así, esta imagen dista mucho de la tradicional célula vacía "sin mitocondrias, sin núcleo definido, sin retículo endoplasmático..."
- La imagen de la célula "huevo frito". En el material didáctico, la presencia de núcleos no esféricos y desplazados del centro de la célula (lo que es habitual en una célula vegetal con una gran vacuola central) hace cuestionar esta visión.
- La discriminación de escalas y tamaños relativos de los organoides. Esto se hace evidente particularmente en el caso de los ribosomas, mucho más pequeños de lo que los estudiantes esperan.

- Las características morfológicas y contenidos de organelas. Se hace necesaria una discusión sobre el tema; por ejemplo, resulta difícil el reconocimiento de las vacuolas que en la fotografía se ven vacías (en blanco) dado el tratamiento al que se someten las células para la confección de los preparados microscópicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANET, E. y AYUSO, E.(1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato. I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), pp. 137-156.
- CABALLER, M. J. y GIMÉNEZ, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), pp. 63-68.
- CORDERO, S.; A. MENEGAZ; A. MENGASCINI y C. MORDEGLIA. (2001). Saberes y formación docente: resultados de un cuestionario acerca de la "célula". *VIII Congreso Prociencia de actividades científicas y tecnológicas juveniles para docentes y alumnos*. Chivilcoy, Argentina, 6/2001.
- DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), pp. 183-194.
- GARCÍA ZAFORAS, A. M. (1991). Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), pp. 129-134.
- MENEGAZ, A. y MENGASCINI, A. (2005). El concepto de niveles de organización de los seres vivos en contextos de enseñanza. *Revista Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.
- MENGASCINI, A. (2005). La enseñanza y el aprendizaje de los tejidos vegetales en el ámbito universitario. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)*, 4 (2), artículo 4. En línea en: http://www.saum.vigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N2.pdf
- MENGASCINI, A.; MENEGAZ, A. y MORDEGLIA, C. (2004). Los sistemas biológicos y los niveles de organización: relaciones morfofisiológicas. Documento de Desarrollo Curricular Nº 2 para el espacio curricular Biología. Dirección General de Cultura y Educación de la Prov. de Buenos Aires, ep.
- MONDELO, M., GARCÍA BARROS, S., MARTINEZ LOSADA, C. y VEGA, P. (1997). La constitución celular. ¿Desconocimiento o dificultades en su aplicación? *V Congreso Internacional sobre la investigación en la Didáctica de las Ciencias*, pp. 147-148.
- WOOD-ROBINSON, C., LEWIS, J., LEACH, J. y DRIVER, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), pp.43-61.

SUMMARY

In this paper an activity related to cell organization is proposed. We also present a review and characterize some students' alternative conceptions.

Key words: *Cell; alternative conceptions; cell organization; didactic proposal.*