



---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

## **Indagando sobre división celular.**

FANTINI, V.; JOSELEVICH, M.

## Indagando sobre división celular.

Fantini Verónica y Joselevich María

Módulo de Ciencias Naturales, Plan Escuelas de Innovación, Programa Conectar Igualdad, ANSES. Buenos Aires, Argentina

[verofantini@gmail.com](mailto:verofantini@gmail.com)

[mjoselevich@gmail.com](mailto:mjoselevich@gmail.com)

### Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta para el estudio de la división celular desarrollada dentro del módulo de Ciencias Naturales del Plan Escuelas de Innovación del Programa Conectar Igualdad. La secuencia que se describe tiene como propósito el abordaje preliminar de la división celular desde el modelo didáctico de la enseñanza por indagación, buscando que cada estudiante construya sus propios esquemas del proceso en estudio y en donde la tecnología es un eje integrado fundamental para el desarrollo de todas las actividades

A partir de un video en donde se observan células vivas en división, son los estudiantes quienes construyen esquemas y descripciones que resumen la información más relevante del proceso. Para ello deben seleccionar y extraer fotogramas del video de manera de separar este proceso continuo (la película) en momentos discretos (los fotogramas). Luego, utilizando herramientas de edición de imágenes, se les propone que realicen esquemas, “calcando” digitalmente los aspectos visuales más relevantes observados en cada imagen. Finalmente, deben describir estos fotogramas y ponerles un título o nombre que resuma lo observado. Con este tipo de estrategias, los estudiantes se vuelven protagonistas activos: deben decidir cuáles fotogramas extraer, discutir y consensuar los criterios utilizados para seleccionarlos, ejercitar la descripción de lo que observan y resumir estos aspectos en un nombre que caracterice a cada imagen seleccionada. Todas estas actividades permiten una mejor comprensión del fenómeno al poder recrear ciertos aspectos metodológicos de las Ciencias Naturales en la elaboración de modelos como el de la división celular.

Esta propuesta ha sido trabajada con docentes de Ciencias Naturales en los encuentros de capacitación docente del Plan y ha sido recibida gustosamente por ellos, quienes en varias oportunidades, han trabajado esta secuencia con sus propios alumnos.

### Introducción

La integración de nuevas tecnologías en los ámbitos educativos es un tema de gran actualidad. La presencia de las TIC ha permitido desarrollar nuevas formas de acceder, generar y transmitir información y conocimientos, a la vez que facilita la flexibilización del tiempo y del espacio en el que se desarrolla la acción educativa. Por otro lado, la posibilidad de acceso a estos recursos abre la puerta al uso de nuevas

estrategias didácticas y metodologías de enseñanza con el objetivo de lograr una enseñanza activa, participativa y constructiva (Moya Martínez, 2009).

En la Argentina, el surgimiento en 2010 del Programa Conectar Igualdad (PCI), ha incrementado enormemente la necesidad de recursos que faciliten a los docentes a la incorporación de la tecnología en sus propuestas de enseñanza.

En este marco, y dentro del PCI, surge en el año 2011 el Plan Escuelas de Innovación, un proyecto piloto de capacitación docente en servicio estructurado por áreas disciplinares (Gvirtz y Necuzzi, 2011, Borsani, 2011). Este proyecto, invita a los docentes a transitar propuestas de trabajo en el aula que incorporan las dimensiones didáctica, disciplinar y tecnológica. Desde el Módulo de Ciencias Naturales proponemos una modalidad consistente en trabajar con secuencias didácticas en las cuales se integren las dimensiones didáctico, disciplinar y tecnológico. La presente es una de las propuestas desarrolladas por el grupo.

### **El uso de imágenes en la enseñanza de la Biología**

Según Marqués (1999) la utilización de los recursos TIC dentro del aula posee varias ventajas educativas pues despierta el entusiasmo y la motivación de los alumnos; promueve el aprendizaje cooperativo y facilita la interdisciplinariedad de las tareas educativas.

Torres Vallecillo (2007) define la imagen como una producción material humana concreta, objetiva y subjetiva, basada en datos sensoriales, que se realiza para conocer y producir conocimiento, comunicar y producir comunicación, crear y recrear el mundo exterior en el mundo interior del hombre (y viceversa).

Las imágenes tienen un papel actual e histórico en la construcción de la ciencia. En general, su interpretación no es obvia ni siquiera para los expertos y, en el contexto escolar requieren una actuación específica para resolver las dificultades que puedan encontrar los alumnos frente a ellas (Perales, 2002). En los libros de textos de biología, se pueden encontrar diferentes tipos de imágenes, principalmente fotografías (por ejemplo de la célula y sus organelas obtenidas a través de microscopía), dibujos esquemáticos y algunas representaciones abstractas. Estas imágenes, en su mayoría, provienen de libros universitarios y son producto de una transmisión vertical del conocimiento científico sin que se haya realizado una transposición didáctica de los mismos. Es decir, estos materiales se producen en niveles académicos superiores y son extrapolados directamente a niveles más bajos sin la adecuada modificación o adaptación de sus contenidos. En general, contienen demasiada cantidad de información que dificulta el aprendizaje de los conceptos claves. Estas imágenes no están pensadas desde un enfoque didáctico, sino que son pensadas sólo como una forma de ilustrar el texto que se desea trabajar (Prinou, 2003).

Sin embargo, en los últimos años las imágenes han adquirido un rol protagónico como material de enseñanza en la escuela media y se han desarrollado nuevos formatos (tanto dibujos, esquemas, como fotografías). Hay varias investigaciones que postulan que el uso de imágenes es una herramienta muy poderosa para ayudar a comunicar y a entender los conceptos, procesos, interrelaciones, etc. (Kress, 1996). De ser así, como menciona Pinto (2002) dejarían de ser vistas como meras ilustraciones que acompañan un texto, para transformarse en instrumentos capaces de transmitir los conceptos esenciales de una idea.

Respecto al tema puntual de la división celular, las modalidades más tradicionales de enseñanza de la mitosis en el aula utilizan esquemas estáticos para ilustrar el tema.

Existen además algunas dificultades prácticas en la observación experimental de cromosomas en detalle en el ámbito escolar. Por un lado, es necesario contar con un laboratorio, realizar preparados de células en división, contar con los colorantes adecuados y tener microscopios que permitan realizar la observación de cromosomas (se requieren lentes de gran aumento, y suelen ensuciarse o rayarse fácilmente). Pero aún si se contara con estos materiales, los preparados mitóticos se realizan con células fijadas: son manifestaciones estáticas de un proceso dinámico, en las que cada célula se encuentra detenida en un momento del ciclo celular. El uso de videos puede hacer accesible la observación detallada de los cromosomas, al tiempo que refleja con fidelidad el aspecto dinámico de la mitosis. Sin embargo, según lo dicho más arriba, es esperable que la utilización de videos resulte sumamente ventajosa. En este sentido, Baggott y Wright (1996) estudiaron la respuesta de estudiantes de escuela media frente a la utilización de los videos en la clase de mitosis. Según los autores, los alumnos encontraban el uso de videos ventajoso y motivante para entender el fenómeno. En particular, el movimiento y la continuidad de las imágenes en los videos permitieron clarificar y profundizar lo que habían aprendido del tema. Baggott y Wright concluyeron que el uso de un video ayudó a entender a la mitosis como un proceso continuo y no como un proceso estático en fases.

### **Desarrollo de la propuesta**

Desde el módulo de Ciencias Naturales 1 a 1 consideramos que la incorporación de las TIC en la educación es un desafío y una oportunidad para realizar un cambio en la forma de enseñanza, tendiendo a un modelo más indagatorio y que promueva el desarrollo de formas del pensamiento científico. Por eso, las actividades que proponemos están diseñadas en base al modelo de enseñanza por indagación y siguen una secuencia fenómeno-idea-terminología como plantean Gellon y Col (2005). Se busca que los estudiantes se formulen preguntas y sigan un camino indagatorio guiado por el docente para construir las respuestas. Partiendo desde la observación guiada de un (o de una serie de) fenómeno (s), y la formulación de preguntas a partir de lo observado, se los guía para desarrollar las ideas fundamentales del tema en estudio. Se fomenta la utilización de definiciones operacionales y finalmente, se introduce la terminología específica.

En cuanto a la disciplina se trabajan contenidos definidos como fundamentales por el Consejo Federal de Educación argentino en sus Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (2011). Buscamos especialmente desarrollar componentes del pensamiento científico como la observación crítica y la construcción de modelos entre otras competencias fundamentales para una correcta alfabetización científica.

### **Objetivos**

Son objetivos de esta secuencia didáctica crear las condiciones necesarias para que los estudiantes logren:

- Observar que las células se dividen y que, de la división de una célula madre, resultan dos y sólo dos células hijas
- Identificar que la mitosis es un proceso dinámico, continuo y tridimensional.
- Identificar los cromosomas en el interior de una célula en división, observando que estos se reparten entre las células hijas.

- Construir esquemas de la mitosis aplicando herramientas de Microsoft PowerPoint.

### **Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos que aborda la secuencia didáctica.**

#### **La investigación educativa ha mostrado que los estudiantes:**

- Suelen presentar dificultades para comprender los caracteres tridimensional y continuo del proceso.
- Confunden las palabras utilizadas para describir la división celular (multiplicación y división) por resultar contradictorias en su vocabulario habitual.
- No logran diferenciar claramente cuándo se produce la división de los cromosomas y cuándo, la de las células.
- No se logra relacionar de manera clara la mitosis y el crecimiento de los organismos pluricelulares.

#### **Contenidos previos**

Para poder llevar a cabo esta secuencia didáctica, los estudiantes deberán conocer el modelo científico aceptado de la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos y la diversidad celular procariota-eucariota, y también vegetal-animal para lograr identificar a la mitosis como un fenómeno propio de los organismos eucariotas.

#### **Actividad 1 Contemplación grupal del vídeo 1.**

Para comenzar a trabajar, se contempla un video en el cual se observa el desarrollo de una rana del género *Xenopus*, desde el huevo hasta el organismo adulto, pasando por todas las etapas de su desarrollo. (Figura 1)



**Figura 1.** Capturas del video 1, en el que se muestra el desarrollo de una rana del género *Xenopus*.

Luego de mirar el video se comienza una puesta en común guiada por las siguientes preguntas: *¿Qué es lo que vemos en este vídeo? ¿Con qué comienza? ¿Dónde termina?* Surgirán respuestas tales como: “Vemos cómo crece una rana, desde que es un huevo hasta que llega a adulto”, “Vemos una célula que se va partiendo cada vez en más pedazos, hasta que son muchas células”, etc.

La finalidad de esta actividad es, por un lado, generar una motivación hacia el fenómeno que luego se observa, y por otro, contextualizar dicho fenómeno, vinculando la división celular con el desarrollo de un organismo pluricelular.

**El vídeo permite también apreciar el aspecto tridimensional de las sucesivas divisiones celulares, desde una perspectiva extracelular: la apariencia esférica de las células manifiesta el hecho de que éstas tienen un volumen, y que al dividirse se produce una constricción que da como resultado dos células más pequeñas que la primera.**

### **Actividad 2: Contemplación grupal del video 2**

Se continua trabajando, a partir de la observación del video 2 (Figura 2) en dónde se filmaron las mismas células que en el Video 1, pero ahora se muestra un proceso importante que ocurre dentro de ellas. Se les pide a los estudiantes que describen lo que observan. Para evitar la introducción prematura de terminología, se adoptan definiciones operacionales de las entidades observadas (los cromosomas) tales como “fideos” “hilos”, etc.



**Figura 2.** Captura del vídeo 2, en el que se muestran células animales en división. Mediante una tinción con orceína, se pueden visibilizar los cromosomas y las membranas externas de la célula.

La finalidad de esta actividad es mostrar, por primera vez, los cromosomas desde un punto de vista fenomenológico: son “algo” que se mueve y se reparte entre las células que se originan luego de una división.

### Actividad 3. Obtención de los fotogramas

A partir del Video 2 se les pide a los estudiantes que capturen 5 fotogramas diferentes entre sí que resuman el fenómeno en estudio. Los fotogramas obtenidos, se agrupan y ordenan en una diapositiva de Microsoft Power Point como insumo para continuar trabajando. (Figura 3) Esta actividad tiene como finalidad que, a partir de un vídeo que muestra el desarrollo de un fenómeno dinámico de forma ininterrumpida (*secuencia continua*), los estudiantes puedan reconstruir una secuencia discreta, como una forma de resumir el proceso en momentos representativos.

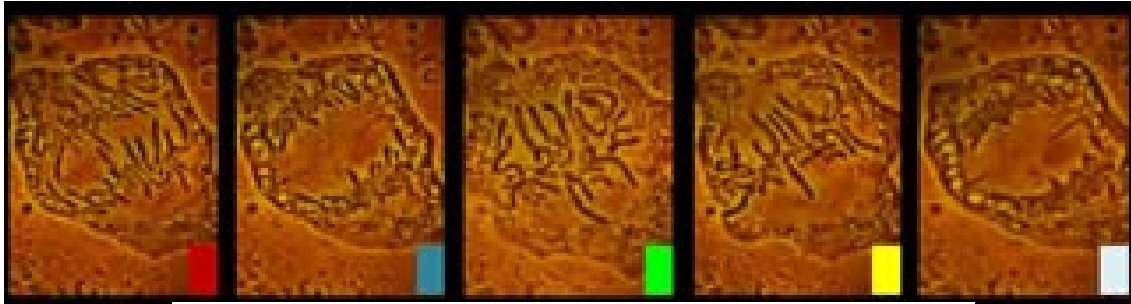


Figura 3. Fotogramas obtenidos por los estudiantes a partir del video 2.

### Actividad 4. Construcción de esquemas.

A partir de los fotogramas obtenidos en la actividad 3 se les pide que calquen la membrana celular y las estructuras que consideren más significativas en función del proceso que se está estudiando.

Utilizando la herramienta “rotulador” sobre la presentación en PowerPoint, se pide a los estudiantes que calquen los aspectos más relevantes observados en cada uno de los fotogramas. Se busca que distingan principalmente la membrana que define los límites externos de la célula y los cambios en los cromosomas. Luego se separa el resaltado de las fotos, quedando en la pantalla sólo los esquemas que ha armado cada estudiante.

### Segunda parte

En esta segunda parte, se realiza una puesta común sobre los rasgos distintivos de cada uno de los fotogramas. Luego, se pide que completen una tabla individualmente, (Figura 4) indicándoles que describan lo que observan en cada fotograma y luego le asignen un nombre o concepto clave que resuma e identifique a cada uno. La

¿Qué vemos en el momento Verde?	¿Qué vemos en el momento amarillo?	¿Qué vemos en el momento rojo?	¿Qué vemos en el momento azul?	¿Qué vemos en el momento celeste?
Los gusanos están desparados por toda la célula	Se agrupan. Están mas juntos	Se comienzan a mover hacia los extremos de la célula	Llegan los extremos y comienza a separarse en dos la célula	Ya no son gusanos sino que tienen una
Nombre o concepto clave	Nombre o concepto clave	Nombre o concepto clave	Nombre o concepto clave	Nombre o concepto clave
casos	Agrupación	Comiendo de la separación	Final de la separación de los gusanos	final

Figura 4 . Ejemplo de esquemas y tabla realizados por estudiantes.

descripción deberá ser breve. El nombre debe contener pocas palabras y expresar la característica distintiva de cada etapa en función de lo observado. Se toman como referencia inicial algunos ejemplos, pero sobre todo se insta a los estudiantes a ser creativos y utilizar analogías.

La finalidad de esta segunda parte es que cada estudiante realice su propia descripción del fenómeno en estudio. La actividad como un todo pone en juego la capacidad de observación y de abstracción (al retener únicamente lo que se considera relevante), así como el uso de analogías para conceptualizar un fenómeno complejo.

### **Cierre de la secuencia**

Como actividad de cierre de toda la secuencia, proponemos un ejercicio de reflexión con los estudiantes para resumir los pasos realizados. Comenzaron observando un fenómeno: la mitosis, fundamental para el desarrollo de los organismos pluricelulares. Posteriormente, realizaron una descripción propia de este fenómeno. En primer lugar, lo secuenciaron en momentos discretos, que luego caracterizaron y confeccionaron esquemas de esos momentos. Finalmente, dieron nombres a estos momentos, nombres que surgieron como una síntesis de su caracterización.

Todos estos pasos son análogos al recorrido hecho por los científicos que caracterizaron este fenómeno y aportaron modelos fundamentales para consolidar la teoría celular vigente actualmente. Este ejercicio reflexivo permitirá a los estudiantes comprender cómo fue el proceso de construcción de estos conceptos.

Posteriormente, se puede trabajar con esquemas, extraídos de libros, que representen la mitosis involucrando muchos más actores –microtúbulos, cromátidas hermanas, centriolos, etc. – que los que se pueden ver en el vídeo. Es importante que los estudiantes entiendan que estos esquemas contienen una gran cantidad de información que ha sido estudiada por separado y luego volcada en un esquema único. La actividad que ellos realizaron les permite identificar cuáles fueron los primeros pasos realizados de este proceso. Se puede avanzar en la construcción de un modelo escolar sencillo, agregando información sobre otras estructuras involucradas en el proceso, como microtúbulos o membrana nuclear, o simplemente, discutir sobre toda la información no trabajada en esta secuencia didáctica que permite caracterizar el proceso.

Por último, se puede discutir con los estudiantes qué estará ocurriendo con las demás organelas en la división celular: *¿por qué no observamos las mitocondrias ni el aparato de Golgi en estos vídeos? ¿Qué ocurriría si una de las células hijas no contara con mitocondrias u alguna otra organela? ¿Por qué hemos decidido no prestar atención a las organelas y otras estructuras celulares y nos centramos en el comportamiento de los cromosomas?*

Al enseñar los procesos celulares, es muy importante que los estudiantes logren percibir la célula como un organismo que posee las características inherentes a los seres vivos: crecer, reproducirse y morir. Es recomendable, para dar una idea acabada, trabajar con el ciclo celular incluyendo como contenido la muerte de la célula, la *apoptosis*.

Sugerimos como cierre de toda la secuencia, un vídeo de Ted Education, titulado “La extraña historia de la teoría celular”. (Disponible en Youtube)



### **Propuesta de evaluación**

Esta secuencia está diseñada para iniciar un camino que puede continuarse por múltiples vías. Queda claro que se trata de una secuencia didáctica de introducción de un tema: se aborda la división celular como fenómeno al que se irá cargando de significado conforme los estudiantes construyan sus propios esquemas de pensamiento, guiados por las propuestas que lleva el docente.

Por esta razón proponemos una evaluación de tipo procedimental, en la cual el docente podrá evaluar el desarrollo de la comprensión del tema por parte del estudiante durante el desarrollo de toda la actividad. Se puede pedir a los estudiantes que completen la diapositiva con sus esquemas, las descripciones y los nombres de cada momento, y entreguen al docente todo este material. Sugerimos hacer una devolución escrita de cada producción, pidiendo que completen los esquemas y/o descripciones en caso de ser necesario, aunque estos aspectos pueden trabajarse durante el desarrollo mismo de la secuencia. El aspecto más importante a tener en cuenta al evaluar las producciones es que las descripciones sean completas y den cuenta de lo observado en cada fotograma con respecto a la ubicación de los cromosomas. La competencia de observar y describir en palabras aspectos relevantes es una de las competencias científicas más difíciles y que requiere una gran ejercitación por parte de los estudiantes.

### **Discusión**

La secuencia de actividades planteada presenta una alternativa a la metodología tradicional de la educación en Ciencias Naturales del nivel medio basada en un programa de contenidos “canónicos” impartidos en clases teóricas magistrales, demostrados en clases de laboratorio y entrenados en clases de resolución de problemas. Aunque como concepción pedagógica este enfoque tradicional actualmente se considere anticuado, en la práctica se sigue utilizando, posiblemente, porque a muchos docentes no les resulte claro cómo encarar la enseñanza de otra forma (Gellon 2005). Consideramos que los estudiantes pueden construir conceptos científicos en contextos didácticos apropiados, en interacción con otros y con la guía de los docentes; luego, a esos conceptos podrán asignarle el vocabulario específico de la ciencia (Guidice y Galagovsky, 2011).

En esta propuesta, la construcción de los modelos requiere la manipulación de imágenes procedimiento que es fuertemente facilitado por el uso de herramientas TIC, permitiendo a los participantes la creación de esquemas sencillos y propios que resumen y describen lo observado en las células, desde un lugar creativo y de manera significativa. Consideramos una gran ventaja la posibilidad que brindan las nuevas tecnologías de que los estudiantes observen y manipulen videos e imágenes obtenidos con técnicas a las cuales no tienen acceso en sus escuelas, posibilitando la comprensión de la mitosis como un fenómeno continuo y dinámico.

Los procesos biológicos en general, y la división celular en particular, ocurren de manera dinámica, continua y regulada. La comprensión de estos aspectos se ve enormemente facilitada mediante la observación videos. Observar activamente e interpretar lo observado son dos competencias científicas que se aprenden y, por lo tanto, deben ser enseñadas y ejercitadas. Consideramos que este tipo de estrategias de trabajo, en donde son los propios estudiantes los que determinan y seleccionan qué momentos del proceso observado son distintivos y representativos del fenómeno en estudio producen un cambio radical en la forma en lo que estos conceptos se aprenden. En forma simultánea al aprendizaje de los contenidos específicos (división celular) se están incorporando competencias científicas claves (observar y describir)

así también como ciertos métodos y formas que tienen las ciencias naturales de construir conocimiento

Creemos importante destacar que toda esta secuencia de trabajo utiliza sólo dos recursos (videos) de libre acceso en la web. El programa que se sugiere utilizar en esta secuencia didáctica, el Power Point, o los análogos que se pueden obtener libremente, como el Open Office, son amigables en su utilización y habitualmente conocidos por los docentes y alumnos, haciendo que la propuesta tampoco presente dificultades especiales desde el punto de vista operativo.

Consideramos que esta simplicidad en la obtención y utilización de los recursos es fundamental ya que permite enfocarse fuertemente en el contenido a enseñar y en la estrategia pedagógica de fondo disminuyendo el “ruido” y la pérdida de tiempo que muchas veces puede producir el uso de tecnología en las escuelas.

Muchos de los docentes con los que hemos trabajado han resaltado esta característica como distintiva de la propuesta: la simplicidad operativa y la potencia pedagógica.

Uno de los grandes mitos en el uso de las TIC en educación es que el docente a cargo requiere de un amplio manejo de programas (muchos y variados) grandes habilidades tecnológicas y mucho tiempo para el armado del material. Obviamente, si estos fueran los requerimientos imprescindibles, gran parte de la población educativa queda excluida por ser estándares demasiados altos para la formación general del profesorado. Poder desmitificar estos componentes, acercando una propuesta simple en cuanto a lo operativo pero potente y compleja en cuanto al trabajo disciplinar y pedagógico; también han sido un objetivo de trabajo clave del grupo.

### **Bibliografía**

- Albarracín Teulón, A. (1983). *La teoría celular*. Primera edición. Madrid: Alianza editorial.
- Baggot, L. y B. Wright (1996). The use of interactive video in teaching about cell division. *Journal of Biological Education*. 30, 1, 57-66.
- Borsani, V.; Coll, P.; Escayola, R.M.; López, E.M. y J.I. Urretabizcaya (2012). Iniciando el camino con GeoGebra Conectar Igualdad - Escuelas de Innovación – Argentina. 1ª. *Conferência Latino Americana de GeoGebra*. En: <http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/8330>
- Coll, R.K.; France; B. y I. Taylor (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*. 27, 2, 183-198.
- Finley, F.N.; Stewart, J. y W.L. Yarroch (1982). Teachers´ Perceptions of Important and Difficult Science Content. *Science Education*. 66, 4, 531-538.
- Gellon, G.; Rosenvasser-Feher, E.; Furman, M. y D. Golombek (2005). *La ciencia en el aula*. Buenos Aires: Ed. Paidós.
- Giudice, J. y L. Galagovsky (2011). Los estudiantes crean modelos: El caso de la naturaleza particulada de la materia. En: L. Galagovsky (Ed.), *Didácticas de las Ciencias Naturales: El caso de los modelos científicos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

- Gvirtz, S. y C. Necuzzi (2011). *Educación y tecnologías, Las voces de los expertos*. Buenos Aires: ANSES. En: <http://www.oei.es/conectarigualdad.pdf>
- Kress, G. y T. Van Leeuwen (1996). *Reading Images. The Grammar of Visual Design*. London: Routledge.
- Lewis, J.; Leach, J. y C. Wood-Robinson (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance –do students see any relationship. *International Journal of Science Education*. 22, 2, 177-195.
- Lombardi, O. (2011). Los modelos como mediadores entre teoría y realidad. En: L. Galagovsky (Ed.), *Didácticas de las Ciencias Naturales: El caso de los modelos científicos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Marqués, P. (1999). *Funciones y limitaciones de las TIC en educación*. Departamento de Pedagogía aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona. En: <http://dewey.uab.es/pmarques/siyeda.htm>
- Marturano, C.; Aguilar, S. y G. Núñez (2009). Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*. 49, 4. En: <http://www.rieoei.org/deloslectores/2870.pdf>
- Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.* 3, 3, 485-495. En: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92030309>
- Moya Martínez, A.M. (2009). Las nuevas tecnologías en la educación. *Innovación y Experiencias educativas. Revista digital*. 24, 1-9. En: [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_24/ANTONIA\\_M\\_MOYA\\_1.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_24/ANTONIA_M_MOYA_1.pdf)
- Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) (2011). Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. República Argentina. En: <http://portal.educacion.gov.ar/secundaria/files/2009/12/nap3naturaleza.pdf>
- Perales, F. y J. Jiménez (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*. 20, 3, 369-386. En: <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v20n3p369.pdf>
- Pinto, R. y J. Ametller (2002). Students difficulties in reading images Comparing results from four national research groups. *International Journal of Science Education*. 24, 3, 333-341.
- Pinto, R. (2002). Introduction to the Science Teacher Training in an Information Society (STTIS). *International Journal of Science Education*. 24, 3, 227-234.
- Porlán, R. (1999) Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias por investigación. En M. Kaufman y L. Fumagalli (Eds.): *Enseñar ciencias Naturales: reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires: Paidós.
- Prinou, L. y K. Halkia (2003). Images of Cell Division on the Internet. En C.P. Constantinou y Z.C. Zacharia (Eds.), *Computer Based Learning in Science*,

*Proceedings.* (pp 1103-1113). En: <http://old-asel.primeedu.uoa.gr/PAPERS/imagesofcelldivisionontheinternet.pdf>

- Rodríguez Palmero, M.L. (1997). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza-aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. *Investigações em Ensino de Ciências.* 2, 2, 123-149. En: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID31/v2\\_n2\\_a1997.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID31/v2_n2_a1997.pdf)
- Smith, M.U. (1991). Teaching Cell Division: Student Difficulties and Teaching Recommendations. *Journal of College Science Teaching.* 20, 28-33.
- Torres Vallecillo, M. (2007). Imagen y comunicación: la alfabetización visual. *Eutopia.* Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). UNAM. México.