

# Herramientas para aprender física, química y tecnología

Carla Inés Maturano, María Amalia Soliveres, Daniela P. Quiroga y Claudia A. Mazzitelli

En el marco del Programa Conectar Igualdad, las autoras consideran necesario que los docentes se familiaricen con los programas disponibles en las netbooks y los utilicen para favorecer el aprendizaje de física, química y tecnología. Este artículo presenta las acciones realizadas en un taller para docentes de nivel secundario a fin de introducirlos en el uso del programa CMapTools, como complemento de la lectura de textos disciplinares, aplicándolo como recurso didáctico en el marco del escenario 1:1.

El Programa Conectar Igualdad del Ministerio de Educación de la Nación se encuadra en el modelo 1:1, por lo que ha distribuido equipos de computación portátiles a estudiantes y a docentes de manera individual y ha conectado a Internet a las instituciones educativas. Su implementación plantea una innovación que influye en las prácticas sociales y en la forma de trabajar en el aula, replanteando los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Cenich, 2012). Según Artopoulos y Kozak (2011), su punto débil es, entre otros, que este modelo no ha gozado de la confianza y la aceptación de los colectivos docentes, quienes no lo utilizan de manera intensiva.

Dada esta circunstancia, y considerando la disponibilidad de netbooks en gran parte de las escuelas secundarias de nuestra provincia, se hace necesario plantear estas nuevas posibilidades y capacitar a los docentes en el uso de las TIC en el aula. Entre los programas incluidos en ellas, resulta de particular importancia, para los objetivos de este trabajo, el software *CMapTools* como complemento de la lectura de textos disciplinares en las clases de física, química y tecnología.

En esta propuesta buscamos una articulación entre la universidad y las escuelas secundarias a través de un acercamiento de los docentes-investigadores universitarios con los docentes de nivel secundario, a fin de proponerles nuevas prácticas pedagógicas, apoyadas en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación en el escenario 1:1 y surgidas de investigaciones desarrolladas en proyectos relacionados con la comprensión lectora en el área de Ciencias Naturales (Maturano, Mazzitelli y Macías, 2010; Maturano et al., 2012). Esta interacción entre docentes universitarios y docentes de nivel secundario permitiría una complementariedad disciplinar y metodológica (Carlino y Martínez, 2009) que puede lograrse a través de la implementación de un taller para docentes, cuyo desarrollo presentamos en este artículo.

## Marco teórico

La construcción del conocimiento en el contexto escolar, mediado por la lectura de textos expositivos-explicativos de física, química y tecnología, requiere una comprensión profunda que implica un proceso integral e involucra, entre otros procesos, la construcción de una representación mental del significado global del texto (van Dijk y Kintsch, 1983). Para captar la estructura global de un texto, los lectores utilizan estrategias en un nivel superestructural (van Dijk y Kintsch, 1983; van Dijk, 1996). En el caso particular del texto expositivo, Meyer (1985) expresa que se pueden identificar cinco tipos básicos de superestructuras: descripción, comparación, colección (clasificación y secuencia), causación o antecedente-consecuente y problema-solución.

Los lectores que identifican la superestructura dominante de un texto, organizan las ideas del texto, establecen relaciones y jerarquizan los conceptos, están en condiciones de construir un organizador gráfico que evidencie la comprensión lograda (Neves y Valadares, 2004). Sobre esta base, debería existir una semejanza entre la representación externa que el lector realiza —el organizador gráfico— y su representación interna —estructura cognitiva— (Galán, Granell y Huerta, 2002).

La construcción de un organizador gráfico a partir de la lectura de un texto contribuye a presentar la información de manera concisa, resaltando la organización y la relación entre los conceptos. Por este motivo, ayuda a enfocar lo que es importante, porque destaca los conceptos principales y las relaciones entre las ideas (Muñoz González, 2009). Según Azinian (2009), los gráficos de este tipo permiten a los alumnos representar la estructura del conocimiento que han construido o están construyendo con el contenido en estudio. Las ventajas de representar la información de esta manera se relacionan con que el alumno: percibe la totalidad organizada espacialmente para generar relaciones de jerarquía, causalidad, etc. —lo que

facilitaría el recuerdo—, puede percibir vacíos conceptuales y puede relacionar con lo que ya sabe. Por esto, a partir de estas construcciones, el docente podría evaluar la comprensión lograda por los estudiantes. Así, los organizadores gráficos se constituirían en herramientas de organización semántica cuyo uso requiere analizar y ordenar las relaciones estructurales existentes en el campo disciplinar y su construcción se ve facilitada por el uso de software adecuado.

El software que nos ha parecido adecuado para favorecer la comprensión y el aprendizaje a partir de los textos disciplinares es el programa *CMapTools* de acceso libre y gratuito. Su uso permite aprovechar las TIC en el escenario 1:1, ofreciendo la posibilidad de construir y modificar los organizadores gráficos de una manera sencilla, publicarlos en Internet, agregarles recursos que favorezcan el aprendizaje, entre otras posibilidades.

Pontes et al. (2011) expresan que los docentes consideran que los organizadores gráficos, tales como los mapas conceptuales, favorecen la organización en la memoria y la recuperación de la información, mejoran la comprensión de los contenidos de un tema y la eficacia del aprendizaje, requieren esfuerzo pero ayudan a relacionar conceptos y construir nuevas ideas, favorecen la síntesis de la información y la organización de los contenidos, pueden ser útiles para realizar exposiciones y favorecer la comunicación, entre otras utilidades. Por otra parte, estos investigadores sostienen que los alumnos opinan que *CMapTools* es relativamente fácil de aprender, el diseño de organizadores gráficos con dibujos, colores y formas facilita la memorización de los contenidos, es importante la posibilidad de agregar otros recursos digitales (textos, imágenes, videos, etc.) a los conceptos involucrados, entre otros.

En algunos estudios se propone el uso de *CMapTools* como complemento de la lectura de textos. Según Mar-tos García (2008), las razones que justifican la elaboración de organizadores gráficos a partir de la lectura son:

- su construcción es un acto consciente de escritura por lo cual es considerado por los lingüistas como estrategia de comprensión lectora;
- supone una participación activa del lector, lo cual no es fácil de conseguir en el aula con otros procedimientos. El empleo de *CMapTools* motiva y consigue implicar intensamente a los alumnos, lo que beneficia el proceso de comprensión lectora y, en general, el aprendizaje;
- requiere un proceso de construcción en el que es posible identificar aquellos pasos que parece seguir un lector cuando se enfrenta a la comprensión de un texto, lo que le permitirá abordar estratégicamente otros textos;
- el resultado del proceso puede ser evaluado, a la vez que compartido y negociado. Esto permite al docente saber si el alumno ha comprendido y negociar con él conocimientos insuficientes o, incluso, erróneos.

En la construcción y/o evaluación de un CMap deberíamos tener en cuenta algunos aspectos. La comprensión lograda por el estudiante se pone de manifiesto en las relaciones entre los conceptos, las ideas, la orienta-

ción de las flechas y los conectores o palabras de enlace. La complejidad de las relaciones entre los conceptos en la representación gráfica debería guardar relación con el contenido con el que se esté trabajando (Maglione y Varlotta, 2011). Aunque no existe una única manera de presentar el contenido de un texto, el organizador gráfico dependerá del grado de comprensión y de los objetivos con que se construye. A veces podría convenir representar, además de los conceptos que están presentes en el texto, algunos que están ausentes para favorecer la integración del contenido disciplinar.

Desde la perspectiva planteada, nos propusimos generar espacios de reflexión e interacción para docentes de nivel secundario sobre los textos disciplinares que leen en sus clases y, al mismo tiempo, ofrecer asesoramiento en el uso del recurso TIC ya mencionado con el fin de complementar el aprendizaje a partir de la lectura de textos.

## Descripción de la experiencia

Elegimos la metodología taller porque consideramos que favorece la interacción de los docentes de nivel secundario, tanto en la actualización conceptual, como en el manejo de los recursos didácticos y tecnológicos. Además, plantea una metodología activa en la cual cada participante puede interactuar con el recurso educativo propuesto, procediendo a realizar diversas actividades y tareas de evaluación.

La aplicación que proponemos para el software incluye: el análisis de los textos desde una mirada que busca resaltar la estructura dominante, el diseño de un organizador gráfico que muestre la información más importante del texto y la elaboración de un CMap incluyendo recursos que podrían o no estar en el texto.

El taller comprende cuatro encuentros para los cuales nos propusimos los siguientes objetivos específicos.

- Actualizar a los docentes en aspectos relacionados con la comprensión lectora de textos de física, química y tecnología y en aspectos tecnológicos vinculados con el software *CMap Tools* para la organización y presentación de la información.
- Analizar las características estructurales y lingüísticas de los textos que utilizan en las clases, extraídos de manuales escolares de nivel secundario.
- Aplicar el programa *CMapTools*, para la elaboración de organizadores gráficos del contenido de diversos textos de física, química y tecnología.

A continuación, presentamos parte del desarrollo del taller, dedicándonos especialmente a describir aspectos relacionados con la selección de textos por parte de los docentes y las aplicaciones didácticas propuestas por ellos para usar *CMapTools* como complemento de la lectura de dichos textos en el aula.

### ¿Qué criterios manifiestan usar los docentes en la selección de textos de manuales escolares de física, química y tecnología?

En primer lugar, indagamos con qué criterios seleccionan los textos a trabajar con sus alumnos los do-

centes participantes para saber si la estructura de ellos influye en su elección. Tanto en sus manifestaciones durante los encuentros del taller, como en su fundamentación para seleccionar el texto que trabajaron para la evaluación, los docentes manifestaron utilizar los siguientes criterios:

- la longitud del texto;
- el nivel de complejidad en el tratamiento de los contenidos y su relación con los objetivos educativos;
- la claridad del paratexto: el uso de letras de diferente tamaño, negrita, cursivas, etc.; las imágenes y, en algunos casos, los epígrafes y/o la relación entre la información del texto y las imágenes;
- la claridad del texto en el tratamiento de los contenidos, respecto de posibles errores conceptuales, lo que llevaría a desestimar el texto;
- la ejercitación propuesta por el autor.

En algunos casos, manifiestan no seleccionar un manual y seguirlo para todos los temas, sino evaluar diferentes textos para cada tema y, basándose en eso, elegir según los criterios ya mencionados.

Aunque muchos docentes manifiestan trabajar en sus clases con la lectura de textos, muchas veces el análisis de estos se circunscribe a analizar el paratexto, subrayar ideas importantes, poner título a los párrafos y/o resumir. Estas respuestas indicarían que la estructura no se evalúa inicialmente como uno de los aspectos a analizar, ya sea porque se privilegian otros factores al evaluar un texto como material didáctico o por desconocimiento de este punto de vista. Sin embargo, no siempre resulta sencillo detectar la estructura dominante y eso hace necesario prestar atención a las marcas lingüísticas que la confirman: analizar los conectores, prestar atención a las cadenas léxicas, etcétera.

Teniendo en cuenta lo mencionado, en uno de los encuentros trabajamos textos con diferentes estructuras de acuerdo con los tipos básicos identificados por Meyer (1985). Debido a que los textos de ciencias naturales tienen a menudo una fusión de diferentes estructuras, y que este aspecto podría ser una dificultad, el *CMapTools* se presentaría como una herramienta para abordar el problema. Con la ayuda del docente, los estudiantes podrían seleccionar la estructura dominante de acuerdo con criterios en consonancia con los objetivos educativos, completar o corregir la información que los textos no incluyan o presenten con ciertas dificultades y, ocasionalmente, ampliarla a partir de la consulta a otras fuentes.

### ¿Qué ventajas ofrece CMapTools como complemento de la lectura de textos de física, química y tecnología?

Consideramos que el análisis de la información propuesto a partir de la estructura del texto, usando *CMapTools*, supera las propuestas tradicionales en cuanto a nivel de profundización, ya que ayuda a jerarquizar, seleccionar y relacionar la información. En el caso específico de los textos de física, química y tecnología, las ventajas de *CMapTools* están dadas por la posibilidad

de incluir información expresada en los diversos lenguajes de las disciplinas mencionadas, a saber, verbal (ideas expresadas en forma de textos), matemático (fórmulas, ecuaciones, entre otras), gráfico (imágenes de diferentes tipos) y multimedia (audios, videos, etc.).

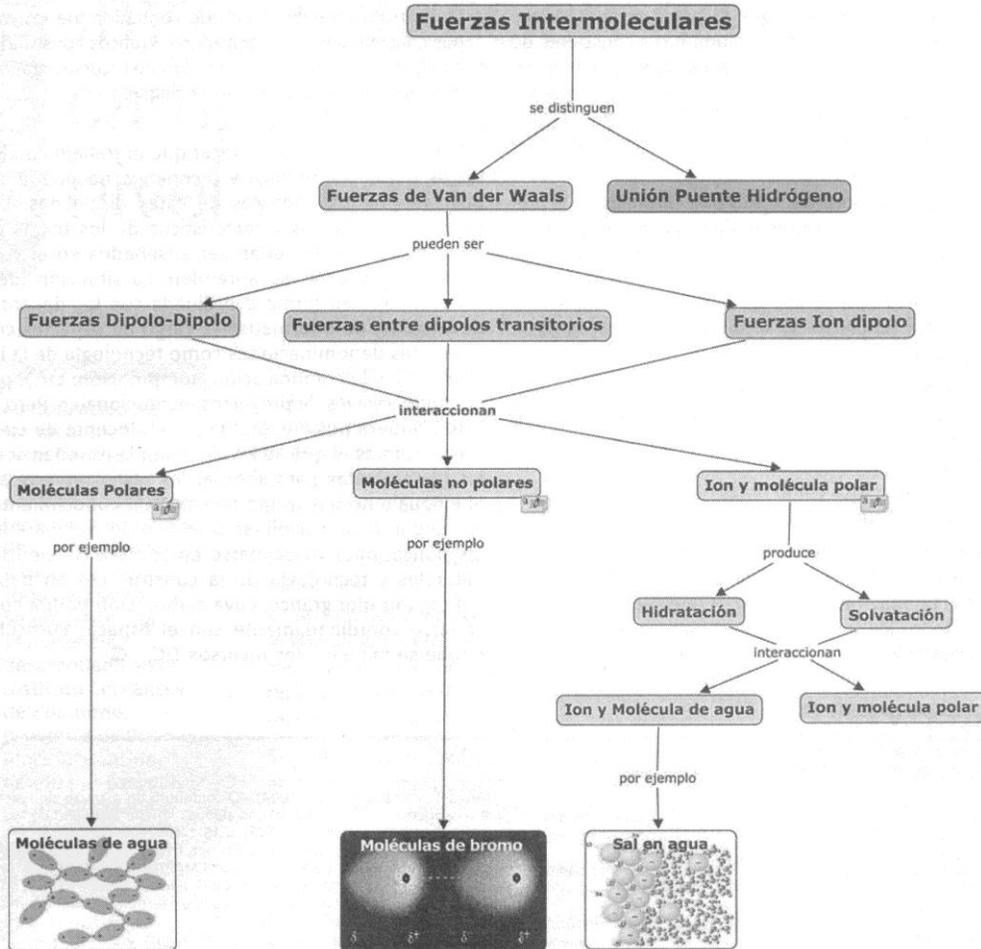
### ¿Qué aplicaciones didácticas proponen los docentes para CMapTools en el modelo 1:1?

Las aplicaciones didácticas sugeridas por los docentes se relacionan con el uso del CMap como herramienta para: "resumir un texto"; "evaluar la comprensión de un texto"; "integrar lo aprendido en varias unidades o en espacios curriculares diferentes sobre una temática"; "presentar la información a los estudiantes"; entre otras.

En la Figura 1 mostramos, a modo de ejemplo, un CMap elaborado por docentes de química como evaluación del taller, para enseñar el tema de fuerzas intermoleculares. La selección del tema obedece a cuestiones didácticas relacionadas con los espacios curriculares a su cargo. Los docentes eligieron este texto (Alegria et al., 2007) en función de su longitud, los elementos paratextuales y teniendo en cuenta aspectos referidos a la relación texto-imágenes y los epígrafes de las imágenes. Luego de su análisis, detectaron que la estructura dominante es una clasificación; sin embargo, notaron que el criterio de clasificación no estaba explícito y debieron inferirlo (*ver esquema de página siguiente*).

Durante el proceso de elaboración del CMap los docentes lograron jerarquizar la información, lo cual se manifiesta, por ejemplo, en su diagramación, que muestra la presentación de la clase más general (fuerzas intermoleculares) en un nivel superior y las subclases de estas fuerzas en un mismo nivel de importancia. La unión puente de hidrógeno aparece con otro color porque no está incluida en el texto que decidieron trabajar los docentes en esta oportunidad, aunque sea parte de la subcategoría general. Los colores utilizados en el organizador gráfico y el mismo nivel en horizontal muestran la misma jerarquía para las diferentes subclases. En un nivel inmediatamente inferior figura el criterio de clasificación inferido (según el tipo de moléculas interactuantes). En un nivel intermedio incluyen una subclasificación de la interacción entre un ion y una molécula polar. Por último, en el nivel inferior complementaron la información de los ejemplos de fuerzas intermoleculares buscando imágenes más esclarecedoras que las provistas por el texto utilizado, en otros materiales educativos. Los links que se visualizan en el CMap corresponden a notas que contienen información más específica que los docentes consideran importante incluir para favorecer el aprendizaje del tema.

Si bien el CMap presentado es sólo un ejemplo de las aplicaciones propuestas por los docentes del taller, destacamos que el resto de las producciones muestra una diversidad de contenidos disciplinares, textos y estructuras que han podido ser rescatadas y representadas mediante *CMapTools*. En la mayoría de los casos han logrado incluir recursos diferentes, como notas, videos, audios, hipervínculos e imágenes que han enriquecido las posibilidades iniciales del texto en cuanto a su contenido y a su utilidad en el aula.



Esquema. Ejemplo de CMap elaborado por docentes de química sobre el texto "Fuerzas intermoleculares"

### Consideraciones finales

Esta propuesta brinda a los docentes una oportunidad para ampliar la visión sobre la lectura de textos disciplinares y obtener nuevos criterios para su selección y utilización en el aula. Sin hacer un análisis que exija al docente de física, química o tecnología un conocimiento exhaustivo de los recursos lingüísticos del texto, sería posible analizar los materiales educativos desde el conocimiento del contenido y poniendo el foco de atención en la estructura del texto para elaborar un organizador gráfico que muestre el nivel de comprensión lectora. El análisis de regularidades y diferencias en los enfoques dados a los temas por diversos autores de los manuales escolares, utilizando miradas que tienen que ver con la estructura, el contenido, el léxico, entre otros, posibilitaría optimizar las propuestas didácticas de los docentes.

Algunos de los aspectos positivos rescatados por los docentes en sus opiniones en torno a esta propuesta fueron:

- El recurso TIC utilizado se presenta como altamente motivador y promotor de los aprendizajes en el modelo 1:1.
- La importancia de identificar la estructura del texto como punto de partida para elaborar el organizador gráfico de la información, que luego dará lugar al CMap. Consideraron que prestar atención a la estructura del texto permitiría favorecer el análisis de la información, su jerarquización y su aprendizaje.
- La utilización de *CMapTools* propuesta favorece la lectura, tanto global como detallada, exigiendo la puesta en práctica de diversas estrategias lectoras de los estudiantes que les permiten aprender a aprender. La tarea de detectar la estructura requiere analizar la información general a la vez que exige, para relacionar las ideas entre sí, desglosar la información en forma particular.
- La discusión que se presentaría en las clases durante la construcción del organizador gráfico a partir de la

estructura del texto suscitaría un intercambio de contenidos y de opiniones que favorece el aprendizaje. Además, el hecho de que el alumno sea consciente de la estructura del texto le ayudará a saber qué información es importante a la hora de estudiar o de recordar. Así, no será lo mismo aprender un tema cuya estructura es una clasificación, que si es una comparación o una secuencia.

- El software se presenta como una alternativa a la presentación de diapositivas tradicional ya que exige un trabajo exhaustivo con las ideas y sus relaciones a través de los nexos. Presenta además un vistazo global del tema, el cual puede ser abordado por partes sin necesidad de perder de vista otros aspectos al pasar diapositivas ya mostradas.
- El programa prevé la posibilidad de incluir información accesoria que no “contamina visualmente” distraendo la atención de las relaciones entre las ideas más importantes. En estos casos, la información menos importante se coloca como notas que sólo se despliegan al colocar el cursor sobre éstas para su tratamiento.
- La inclusión de imágenes, ecuaciones, videos, enlaces a páginas web, entre otros recursos, permite hacer del CMap un material de gran riqueza didáctica que combina todos los lenguajes que se utilizan para expresar los contenidos en ciencias naturales.

– El *CMapTools* supera ampliamente las posibilidades, tanto motivacionales como de contenido, de los mapas conceptuales u organizadores gráficos construidos con lápiz y papel, dada la cantidad de recursos gráficos y multimediales que pueden incluirse.

Finalmente, restaría destacar que el trabajo con los textos de física, química y tecnología no puede ser obviado por los docentes de estas disciplinas. Los recursos lingüísticos característicos de los textos de estas disciplinas deberían ser enseñados en el contexto en que éstas se aprenden. La situación ideal sería trabajar en forma coordinada con los docentes de lengua y de informática (a cargo de espacios con diferentes denominaciones como tecnología de la información y la comunicación, computación, etc.), por ejemplo, a través de proyectos institucionales. Pero, si esto no fuera posible, podría ser el docente de ciencias naturales el que se involucre en la enseñanza de las herramientas para abordar los textos, ya que sin el lenguaje no hay forma de construir conocimientos en ningún área disciplinar. Si el uso del software los atemoriza, podrían ocuparse en la clase de ciencias naturales y tecnología de la construcción en papel del organizador gráfico, cuya elaboración podría concretarse coordinadamente con el espacio curricular donde se manejen los recursos TIC. ■

## INFORMACIÓN ADICIONAL

### BIBLIOGRAFÍA

- Alegría, M.; Franco, R.; Jaul, M. y Morales, E. (2007). *Química. Estructura, comportamiento y transformaciones de la materia*. Buenos Aires: Santillana.
- Artopoulos, A. y Kozak, D. (2011). "Tsunami 1:1: estilos de adopción de tecnología en la educación latinoamericana". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Vol 6 (18). 2011.
- Azinian, H. (2009). *Las tecnologías de la información y la comunicación en las prácticas pedagógicas. Manual para organizar proyectos*. Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas.
- Carlino, L. y Martínez, S. (coords.) (2009). *La lectura y la escritura: un asunto de todos/as*. Neuquén: Universidad del Comahue, Educo.
- Cenich, G. (2012). "Formación docente: proyectos educativos en el modelo 1:1". *VII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Pergamino, 11 y 12 de junio.
- Galán, E.; Granell, R. y Huerta, P. (2002). "Los mapas conceptuales en educación Matemática: antecedentes y estado actual de la investigación". Disponible en: <http://www.seiem.es/publicaciones/archivospublicaciones/actas/Actas06SEIEM/VISimposio.pdf> (Consultado el 10 marzo de 2012).
- Maglione, C. y Varlotta Domínguez, N. (comps.) (2011). *Mapas conceptuales digitales. Serie estrategias en el aula para 1 a 1*. Buenos Aires: Educ.ar S.E.
- Martos García, A. (2008). "Las fichas de lectura y sus recursos gráficos". *Tabanque Revista Pedagógica*, 21, 63-74. Universidad de Valladolid.
- Maturano, C.; Soliveres, M. A.; Mazzitelli, C. y Quiroga, D. (2012). "Utilización de recursos TIC para favorecer la comprensión de textos de Ciencias Naturales y Tecnología". *VIII Jornadas Institucionales de Investigación y II Jornadas Regionales de la Facultad de Educación Elemental y Especial*. Mendoza: UNCuyo. 26 y 27 de octubre.
- Maturano, C.; Mazzitelli, C. y Macías, A. (2010). "Detección de dificultades básicas de estudiantes de escuela secundaria en la comprensión de un texto de Física". *Latin American Journal of Physics Education*. Vol. 4, No. 1, 160-167.
- Meyer, B. J. F. (1985). "Prose Analysis: Purposes, procedures, and problems". En Britton, B. K. y Black, J. B. (comps.). *Understanding Expository Text*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Muñoz González, J. M. (2010). "Los mapas mentales como técnica para integrar y potenciar el aprendizaje holístico en la formación inicial de maestros/as". Tesis doctoral en Educación. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Disponible en: <http://www.uco.es/publicaciones>. 2010.
- Neves, P. y Valadares, J. A. (2004). "O contributo do manual de Física para o enriquecimento conceptual dos alunos". *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4 (2), 5-15.
- Pontes, A.; Serrano, R.; Muñoz, J. M. y López, I. (2011). "Innovación Educativa sobre Aprendizaje Colaborativo con CMAPTOOLS en la Formación Inicial Docente". *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 4, 2, pp. 136-154. Disponible en: <http://www.rinace.net/rie/numeros/vol4-num2.html>. Consultado el 15 de octubre de 2012.
- Van Dijk, T. A. (1996). *La ciencia del texto*. Buenos Aires: Paidós.
- Van Dijk, T. A. y Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. New York: Academic Press.
- Carla Inés Maturano es profesora de Física (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan). Directora del proyecto "Importancia educativa de las estrategias de comprensión y aprendizaje en Ciencias Naturales" (Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan). C.e: cmatur@ffha.unsj.edu.ar
- María Amalia Soliveres es Magister en Lingüística. Docente investigadora (Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan). Profesora titular de "Comprensión de textos en lengua extranjera" y directora del proyecto "El inglés con propósitos específicos en la Universidad: los textos de especialidad". C.e: msoliver@ffha.unsj.edu.ar
- Daniela Quiroga es profesora de Tecnología (nivel primario y secundario) Integrante del proyecto "Importancia educativa de las estrategias de comprensión y aprendizaje en Ciencias Naturales" (Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan). C.e: dquiroga@ffha.unsj.edu.ar
- Claudia Mazzitelli es doctora en Educación y profesora en Física. Profesora Titular de cátedras de Formación Docente. Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y del Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (UNSJ). Directora de proyectos de investigación sobre Enseñanza de las Ciencias Naturales y de tesis de posgrado en temas de Educación. C.e: mazzitel@ffha.unsj.edu.ar