

 Ciclo de Formación de Capacitadores en Áreas Curriculares	Módulo 4 Temas y problemas actuales de la capacitación en el área a propósito de los "medios tecnológicos"	Clase 13 El desarrollo de la capacidad de resolución de problemas en la Educación Tecnológica
Clase virtual N° 13 El desarrollo de la capacidad de resolución de problemas en la Educación Tecnológica Autor: Carlos María Marpegán - Equipo del Área de Tecnología del Ministerio de Educación		

Introducción

La didáctica de la Educación Tecnológica incluye el estudio de los procesos de enseñanza, que implica considerar las condiciones más favorecedoras de los procesos de aprendizaje de los estudiantes y entramar dimensiones teórico-metodológicas, actitudinales y contextuales involucradas en ambos procesos.

Dada la reciente constitución de nuestra área en relación con otras de mayor tradición en el currículo escolar, se requieren aún más esfuerzos de investigación y de desarrollo pedagógico. Desde los recorridos propuestos en este ciclo formativo apostamos a contribuir y compartir con ustedes algunos aportes para abonar dicho desarrollo en la enseñanza del área en nuestro país.

Como ya anticipamos en la presentación de este módulo, en esta Clase abordaremos las cuestiones didácticas implicadas en algunos contenidos presentes en el Eje 2 de los NAP: "En relación con los medios técnicos"; en particular, los relativos al subeje: "La búsqueda, evaluación y selección de alternativas de solución a problemas que impliquen procesos de diseño¹ de artefactos". Es decir que prestaremos especial atención al aporte de la Educación Tecnológica para el desarrollo de capacidades vinculadas con los procesos de resolución de problemas. Veremos que estas capacidades involucran habilidades y conocimientos muy variados para percibir, identificar, formular y analizar problemas, idear y diseñar soluciones, tomar decisiones (entre diferentes alternativas), implementar y evaluar soluciones.

Además, les brindamos algunos principios y herramientas metodológicas para mejorar la enseñanza en Educación Tecnológica a través de la resolución de problemas, ofreciendo también algunas estrategias para trabajar esta temática durante la capacitación docente.

¹ Se entiende el diseño como un proceso de toma de decisiones orientadas a transformar situaciones para alcanzar fines predeterminados.

El desarrollo de capacidades en la resolución de situaciones problemáticas

La sociedad actual se caracteriza por una dinámica acelerada de cambios y transformaciones de la mano de las innovaciones tecnológicas. Por eso, para formar ciudadanos plenos, además de transmitir técnicas y saberes, la educación de hoy procura el desarrollo de capacidades² complejas que permitan un mejor desempeño o actuación en la vida cotidiana. Estas capacidades están vinculadas a diferentes contenidos y procesos cognitivos y afectivos que además permiten al sujeto sucesivas experiencias de construcción y génesis de nuevos conocimientos y habilidades.

“Así, el énfasis antes puesto en el conocimiento como contenido escolar/producto y en la enseñanza como transmisión de contenidos, se traslada a la propuesta de adquisición y desarrollo de capacidades que habiliten a los estudiantes para afrontar los desafíos de los nuevos contextos y escenarios. Esto no conduce, sin embargo, a un recorte arbitrario del currículo o a la incorporación de nuevos contenidos a las propuestas curriculares. Se trata de pensar en la adquisición y el desarrollo de aquellas capacidades que permitan abordar los diferentes tipos de contenidos inherentes a los núcleos de aprendizajes prioritarios, que son imprescindibles tanto para el desempeño escolar de los estudiantes como para la resolución de las múltiples situaciones que se les presentan en la vida cotidiana”.

Ferreyra y Peretti, 2010.

En particular, la sociedad actual demanda ciudadanos autónomos capaces de resolver problemas de diferente tipo en contextos cada vez más inciertos y cambiantes. Cuando los estudiantes abordan problemas y buscan soluciones, no solo construyen teorías y las ponen a prueba; también perciben, organizan e intervienen sobre la realidad de modo tal de dotarla de significatividad.

² Las *capacidades* involucran un conjunto complejo e integrado de cualidades, conocimientos, habilidades, actitudes y destrezas de las personas, cuya adquisición y desarrollo les permite enfrentar la realidad en condiciones más favorables.



Antes de continuar

En esta instancia de trabajo, nuestro punto de partida es el texto de los NAP de Educación Tecnológica para la Educación Primaria (de Primer y Segundo Ciclo). Le proponemos que, a partir de su lectura, identifique:

- a) Los **propósitos** de aprendizaje que involucren procedimientos de análisis y resolución de situaciones problemáticas.
- b) Los **núcleos de aprendizaje** que involucren la **resolución de problemas** mediante procesos de diseño.

Situaciones, situaciones problemáticas y problemas en contexto

De por sí, una *situación* dada no configura un *problema*. Por situación se hace referencia al estado espacio-temporal de una cosa o sistema. Para Dewey, una situación siempre se da dentro de un contexto, de modo que ningún problema puede plantearse o adquirir sentido si no es en forma "situacional" (Ferrater Mora, 1971). Como veremos más adelante, desde el punto de vista didáctico, *situación* es cualquier circunstancia o evento susceptible de ser problematizado, de modo tal que desencadena actividades técnicas o sociotécnicas en nuestra aula-taller.

Es importante tener en cuenta que, como la percepción es subjetiva, un problema solo existe cuando el sujeto lo siente y lo considera como tal. Por lo tanto, el proceso que denominamos de "resolución de problemas" comienza con la *percepción del problema*, es decir, analizando los factores que determinan al problema. De modo que, al actuar como un filtro psicológico, el campo perceptivo hace que una situación de contexto pueda ser asumida por el sujeto como *situación problemática*.

Entonces, ¿qué tan problemático es un problema? Lo que es un problema para Juan puede no serlo para Pedro (una lluvia repentina puede ser una bendición para un chacarero, pero un castigo para un turista acampante). Esta subjetividad de la percepción acerca de qué se constituye o no en un problema determina nuestra predisposición para la acción. En consecuencia, todo proceso de resolución de una situación problemática comienza por el análisis de los factores que definen el o los problemas en términos operativos³. Para Pozo y otros (1995), un *problema* puede definirse como toda circunstancia nueva o sorprendente que un individuo o un grupo

³ Formular un problema en términos operativos implica expresarlo y precisarlo de modo tal que se desprenda la posibilidad de accionar sobre la situación para resolver el problema implicado.

desea modificar, y de la cual se conoce tanto el punto de partida como el punto de llegada deseado, pero se desconoce un procedimiento directo para alcanzar este último.

Lo dicho antes tiene profundas implicancias para la enseñanza. En el aula-taller de Educación Tecnológica solemos plantear *situaciones problemáticas* con la expectativa didáctica de propiciar acciones y reflexiones sociotécnicas por parte de los estudiantes. Sin embargo, el docente debería cuestionarse previamente en qué medida la situación (con su contexto debidamente caracterizado) puede provocar en los estudiantes un cambio perceptivo, de modo que ellos asuman la existencia de “un problema a resolver”.

Por este motivo, es conveniente diseñar situaciones didácticas que promuevan la generación de un conflicto cognitivo, supongan un desafío y sean motivadoras para la acción, para que el estudiante se apropie de la situación y la “haga suya”. Es decir que dichas *situaciones* deberían constituirse en “contextuales” para el sujeto.

El protagonismo y la motivación en la enseñanza por resolución de problemas

Siempre se ha reconocido la *experiencia* vivencial como una fuente valiosa de conocimiento, de modo que la comprensión del mundo artificial (su racionalidad y sus efectos) se facilita si los estudiantes operan con los procesos y procedimientos propios de los sistemas tecnológicos.

Sin embargo, a menudo se observa que los docentes de Educación Tecnológica enseñamos los contenidos “en sí mismos o desde sí mismos”, en forma descriptiva o expositiva, sin un planteo previo de *situaciones contextualizadas*; y también solemos pretender que los estudiantes memoricen y reproduzcan un conocimiento que es de tipo “escolarizado” o descontextualizado. Por lo tanto, no es sorprendente que, a veces, nuestros estudiantes estén desmotivados y no encuentren un *sentido* a nuestras clases: “¡Ufa! ¡Profe!. Y esto, ¿para qué sirve?”. Es decir que las conductas de los estudiantes (el interés, la motivación y el vínculo afectivo) estarán en relación directa con su protagonismo, es decir, con las actividades vivenciales que puedan desarrollar en el aula-taller.

André Giordan lo ha señalado así:

"[...] aprender es transformar un sistema de pensamiento en otro sistema de pensamiento. Y para que esto ocurra es necesario que haya un motor atrás, y ese motor es la motivación y el deseo de aprender –que frecuentemente está ausente en la escuela– y es necesario que no sea la escuela la que haga perder ese deseo".

André Giordan, 2005.

Por este motivo, es de destacar el potencial didáctico de una enseñanza de tipo "situada", que se base en el abordaje de *situaciones problemáticas de acción* que tengan su raíz en contextos sociotécnicos (reales o simulados) afines a los intereses de los estudiantes.

"En Educación Tecnológica una situación problemática es una situación de aula-taller, que –en el marco de un contrato didáctico– configura un 'medio' que moviliza la acción porque incluye problemas que el estudiante percibe, asume, formula y resuelve apelando a sus propios conocimientos, a la vez que va construyendo nuevos saberes".

Marpegán y Toso, 2006.

De hecho, en la historia de la humanidad la acción técnica ha probado ser una forma práctica y transformadora de conocer el mundo que nos rodea. Quintanilla (1991) ha mostrado que las *situaciones problemáticas* juegan un papel central en la generación del saber tecnológico de las sociedades. Análogamente, este tipo de situaciones pueden convertirse en una excelente estrategia de enseñanza: utilizar *situaciones problemáticas* para dar origen, sentido y contexto a los conocimientos tecnológicos. *Origen*, porque las situaciones actúan de estímulo motivador de los afectos, el pensamiento y la acción. *Sentido*, porque los saberes operan y funcionan como herramientas para la definición y resolución del problema (de manera que el estudiante le atribuye sentido y utilidad a los contenidos). Y *contexto*, porque la situación se inscribe en un entorno o recorte que proviene de la vida y el ambiente cotidiano.

Así como todo drama teatral incluye un conflicto, toda experiencia técnica involucra una situación problemática. El docente puede plantear, por ejemplo, mediante consignas adecuadas, un juego de roles que ponga a sus estudiantes "en situación", es decir, que los involucre como protagonistas de conflictos cognitivos en su resolución. El juego de roles –entre otras alternativas didácticas posibles– conduce rápidamente a una exploración activa, donde los estudiantes comprenden que pueden modificar situaciones, cambiar las técnicas vigentes, diseñar y construir objetos o poner en marcha procesos tecnológicos.

"Será importante entonces poner en juego un pensamiento de tipo estratégico, es decir, un pensamiento que implique para los estudiantes la posibilidad de identificar y

analizar situaciones problemáticas, de proponer y evaluar alternativas de solución, de tomar decisiones creando o seleccionando sus propios procedimientos, diseñando sus propios productos. De este modo se intenta re-significar el lugar y el sentido del 'saber hacer' en la escuela, poniendo énfasis en el desarrollo de capacidades vinculadas con la resolución de problemas de diseño, de producción y de uso de tecnologías."

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, 2007.

A modo de avance parcial, anticipemos que la amplia riqueza didáctica de la resolución de problemas se debe a que "pone a los estudiantes en situación", integrando y resignificando contenidos tecnológicos, contenidos de otras disciplinas y contenidos transversales; pero, además, se debe a que genera oportunidades para que los estudiantes aprendan a conducirse en forma proactiva, con carácter más autónomo, y para que puedan pensar de manera estratégica (y no impulsiva), valorando el trabajo en equipo como una competencia más para su desempeño social.

Un par de prácticas poco aconsejables

En la Educación Tecnológica, la enseñanza basada en problemas se practica ampliamente en nuestro país y en el extranjero (Mandón y Marpegán, 2001). Sin embargo, esta metodología no está exenta de riesgos y dificultades diversas. A modo de ejemplo, veamos dos casos de aplicación de la resolución de problemas que son muy comunes en nuestras escuelas y que pueden resultar desacertados o poco eficaces (Marpegán y Toso, 2006).

- El primer caso, bastante frecuente, se da cuando conducimos la situación del aula-taller de modo tal que nuestros estudiantes –sin pensar mucho– se abalanzan sobre el problema y tratan de resolverlo por un camino empírico de tipo "prueba y error", hasta que arriban a una solución por aproximaciones sucesivas, sin utilizar el pensamiento estratégico⁴. La mediación del docente (a través de consignas o intervenciones) debe evitar este "hacer por hacer", ya que se trata de un activismo inconducente que tiende a soslayar los contenidos, que empobrece los aprendizajes y que, en definitiva, debilita la coherencia teórica de la Educación Tecnológica como espacio curricular vital en la formación para la ciudadanía.

⁴ Ver Toso (2003). En este artículo, Toso analiza con más detalle este uso didáctico inadecuado del método de resolución de problemas (2003: 29).

- El segundo caso es el que podemos denominar "explico primero". Ocurre cuando el docente transmite a los estudiantes los conocimientos o métodos necesarios para que estos puedan resolver el problema. Frecuentemente, los docentes caemos en la tentación de "explicar antes" por múltiples razones. Algunas de ellas son: hábitos preadquiridos, desestimación de los conocimientos de los estudiantes, temor a que no sepan cómo resolver el problema, deseos de retener el lugar de poder del que "sabe", y el propio miedo a enseñar "sin saber" todas las respuestas posibles. En cualquiera de estos casos, obturamos la posibilidad de "adaptación" del estudiante a la situación y la construcción personal de nuevos conocimientos. Se impide así que el estudiante interactúe con el problema a partir de su propio sistema de conocimientos, asumiendo la responsabilidad tecnológica implicada en la situación.

Más adelante veremos que la complejidad de los procesos de aprendizaje requiere de estrategias de enseñanza diferentes, donde el abordaje de los problemas sea de tipo recursivo y donde el saber del estudiante, la mediación del docente y el hacer práctico se retroalimenten en forma permanente. En Educación Tecnológica, no son recomendables la simple "transmisión" de información (ya sea expositiva, descriptiva, lectora, etc.), ni el "activismo" sin planificación ni reflexión conceptual. Por ejemplo, los trabajos manuales o ejercicios constructivos (bricolaje) no son didácticamente efectivos a menos que los aprendizajes sean formulados y conceptualizados, esto es, modelizados (Marpegán Mandón y Pintos, 2005). Por eso, para las actividades de aula-taller se sugiere una dialéctica recursiva de *problematización - diseño - acción - evaluación - reflexión - comunicación*, fases de actividades proyectuales alternadas con conceptualizaciones y modelizaciones provisorias. Es lo que Francis Tilman llama "teorizaciones pragmáticas" (en Fourez, 1997). La forma en que los NAP han sido formulados apunta precisamente en esta dirección.

"Si lo que preocupa no es tanto enseñar una respuesta de la manera más rápida posible, sino utilizar cada problema que se va presentando como una nueva oportunidad para la adquisición y desarrollo de las capacidades de la persona, entonces será necesario dar tiempo al estudiante para que se involucre en el problema e intente encontrar modos de abordarlo por sus propios medios. Esto supone formarse una idea integral de la situación a la que se refiere el problema, identificar los aspectos que lo componen y los sujetos implicados; buscar varios caminos para solucionarlo (obtener datos, verificarlos, dar respuesta a lo que se ignora), seleccionar uno, aplicar el camino elegido, recorrerlo para solucionar el problema."



Antes de continuar

Le proponemos la lectura de Cuadernos para el Aula. Tecnología. Segundo Ciclo/EGB. Nivel Primario.

Para esta actividad, se recomiendan en particular los siguientes apartados: “Tecnología y resolución de problemas” (pp. 28-30), “El planteo del problema” (pp. 37-38) y “Resolver problemas en el aula” (pp. 61-71).

Para consultar los *Cuadernos para el aula. Tecnología. Segundo Ciclo EGB/ Nivel Primario*, puede ingresar al sitio del Ministerio de Educación: http://www.me.gov.ar/curriform/nap/tecno_2_final.pdf.

El valor didáctico de la resolución de problemas

En el aula-taller, la resolución de problemas puede ser utilizada con diferentes intenciones y para lograr aprendizajes diversos. En algunos casos, esto da lugar a malentendidos. El más común consiste en confundir el “aprendizaje por resolución de problemas” con la enseñanza del “método de resolución de problemas”. A continuación trataremos de aclarar esta cuestión.

Por lo pronto, en Educación Tecnológica las estrategias de abordaje y resolución de situaciones problemáticas pueden ser utilizadas al menos de tres maneras bien diferenciadas:

a) El método de resolución de problemas enseñado como contenido en sí mismo.

En el llamado “método de resolución de problemas”⁵ pueden distinguirse las siguientes etapas:

- ✓ análisis de la situación,
- ✓ definición del problema,
- ✓ propuesta de alternativas de solución,
- ✓ diseño de una solución,

⁵ El llamado “método de resolución de problemas” guarda relación con el método de proyectos (o proyecto tecnológico) que fue considerado en los Contenidos Básicos Comunes como un procedimiento general de la Tecnología (Bloque 5 de los CBC de la EGB, 1995, pp. 229-232). Se trata de un método para abordar problemas de síntesis o de diseño que se caracterizarán mejor más adelante.

- ✓ implementación de la solución propuesta,
- ✓ evaluación y ensayo.

Sin embargo, la enseñanza del método de resolución de problemas (o del proyecto tecnológico) como mera receta, procedimiento o esquema algorítmico ha sido cuestionada por numerosos especialistas⁶. Según McCormick (2006), en Inglaterra el método de resolución de problemas suele trabajarse en las aulas como un mero "ritual":

"Hasta ahora, el proceso de diseño y resolución de problemas ha sido tratado como algoritmos (pasos pautados) que pueden utilizarse para enfrentar todos los problemas o las situaciones de diseño. Lo que sabemos del comportamiento de resolución de problemas de expertos y novatos es que no siguen tales algoritmos. De hecho, cuando los estudiantes utilizan los algoritmos, ellos los llevan adelante solo como un ritual..."

McCormick, 1999.

La eficacia con que lo hacen está supeditada, por un lado, al saber técnico específico que poseen, pero también al tipo de estrategia que utilizan para resolverlo, es decir, a sus competencias resolutorias. De hecho, la resolución de problemas es un proceso sumamente complejo y recursivo, que depende de muchos factores. Las herramientas conceptuales para resolver problemas incluyen destrezas inherentes y la capacidad para extraer inferencias de la información acerca del problema a resolver. Los procesos de la experiencia cotidiana se extrapolan a partir de la experiencia.

El éxito en la resolución de un problema es menos una cuestión de edad que de la información que se tenga y de las estrategias que esta permita desarrollar. Para el niño, poseer una teoría acerca de cómo funcionan las cosas inaugura nuevas vías para el descubrimiento a través de la inferencia y la comprensión.

"La información más rica que los niños recogen a medida que adquieren experiencia crea nuevas herramientas para la resolución de problemas: proporciona nuevas estrategias para un problema dado, promueve nuevas maneras de comprender conceptos y extraer inferencias, y amplía las posibilidades de trazar analogías útiles entre un problema y otro."

Thornton, 1998: 47.

⁶ Ver, entre otros: Hennessy y McCormick (1994); McCormick (1999); Linietsky y Petrosino (1996); Toso (2003).

Por todo ello, resulta recomendable que en la capacitación docente se ponga en discusión la enseñanza del "método", y se fomente que los maestros realicen las mediaciones pertinentes para que los estudiantes tomen conciencia por sí mismos de sus estrategias y modelos conceptuales, de modo que puedan ser revisados para llegar a resolver problemas de manera más autónoma y eficaz. Tampoco perdamos de vista que trabajar el "método" como una receta repetitiva contribuye a confundir el medio con los fines. En todo caso, el método de resolución de problemas es un medio para que los alumnos aprendan contenidos y desarrollen capacidades, es decir, para que aprovechen su potencial de integración y generación de aprendizajes prioritarios, tal como se reseña en los puntos siguientes.

b) La resolución de problemas como estrategia de enseñanza de los contenidos propios de la Educación Tecnológica

La mayoría de los pedagogos reconoce la resolución de problemas en cualquier área como una estrategia privilegiada para lograr aprendizajes. Ya hemos postulado que las situaciones problemáticas dan sentido y contexto a los conocimientos tecnológicos, porque existe un vínculo directo entre la funcionalidad del saber a enseñar y la significatividad de los aprendizajes: *los contenidos son significativos cuando el estudiante los utiliza en su acción, es decir, cuando los contenidos "funcionan" como herramientas para resolver el o los problemas.*

También se ha señalado (Marpegán, 2004) que la resolución de problemas promueve *la conceptualización de sistemas sociotécnicos* mediante:

- la *percepción* de los problemas y su *representación* (formulación) mediante lenguajes apropiados;
- la producción y el desarrollo de *ideas* creativas y el diseño de *funciones* y *procesos*;
- La elaboración de *modelos* en el diseño de la solución.

Vale decir que la apropiación de los contenidos surge como resultado de la interacción *estudiante-problema* "andamiada" por el docente (sus aportes y el seguimiento) y el contexto (aula, taller, institución, campo) durante la secuencia de actividades, cuando la situación problemática es reformulada por el estudiante dentro de un *sistema*⁷ *conceptual, simbólico y operativo.*

La Educación Tecnológica promueve una reflexión sistemática sobre los sistemas tecnológicos y sus efectos sobre el ser humano, la sociedad y la naturaleza, y para ello es necesaria una comprensión profunda de las tecnologías, su dinámica expansiva y

⁷ Este sistema ha sido llamado por Fourez (1997) "islote de racionalidad", en tanto conjunto de modelos que eventualmente permiten definir y resolver el problema. Ver también Marpegán y Toso (2006).

sus interacciones mutuas. La resolución de problemas es una herramienta didáctica fundamental para esta comprensión, como seguiremos profundizando más adelante.

c) La adquisición y el desarrollo de capacidades complejas mediante la resolución de problemas

Los problemas pueden encararse de muchas maneras, pero no todas son igualmente eficaces. Aprender qué combinación de enfoques proporciona el mejor abordaje de un problema es también una cuestión pedagógica central, relacionada con el desarrollo de *capacidades* complejas. En la visión de McCormick, las capacidades tecnológicas engloban las múltiples habilidades que implican tanto el conocimiento del mundo artificial (pensamiento) como la capacidad de intervención (acción):

“Acuñar un balance entre conocimiento, modos de pensar (como resolución de problemas y diseño) y desarrollo de procesos es la clave para obtener una clara visión de la alfabetización tecnológica. En el Reino Unido, preferimos hablar de las capacidades tecnológicas para mantener el énfasis sobre pensamiento y acción”.

Mc Cormick, 1999.

Algunos investigadores consideran que el conocimiento “metacognitivo” –es decir, el conocimiento de los propios procesos mentales– es un elemento clave en el desarrollo de la capacidad del niño para el desarrollo eficaz de destrezas a la hora de resolver problemas.

“Un factor importante en el desarrollo eficaz de destrezas para resolver problemas es la capacidad para formular analogías. Si una persona puede reconocer que un problema actual es análogo a otro que ya sabe cómo resolver, puede solucionar el nuevo abordándolo con las mismas estrategias con que resolvió el antiguo.”

Thornton, 1998: 67.

Con relación a los modos de pensar, el llamado “aprendizaje basado en problemas” intenta desarrollar capacidades relacionadas con procesos de pensamiento de orden superior: percibir, describir, investigar, categorizar, sintetizar, diseñar y modelizar, tomar decisiones, proyectar, evaluar, entre otros (Ulloque, 2011). Como afirma Toso (2006): “Poner a los alumnos en situaciones donde tengan que resolver problemas sociotécnicos no solo desencadena conflictos cognitivos para promover aprendizajes conceptuales, además de ello representa una excelente oportunidad para enseñarles a pensar estratégicamente”.

Toso (2003, 2004) también ha indicado que la resolución de problemas puede potenciar en los estudiantes el desarrollo de las capacidades cognitivas que se ponen en juego durante el acto creativo de búsqueda, selección de soluciones y su posterior

ejecución, de tal manera que una didáctica centrada en tales procesos mentales funciona como un programa para aprender a pensar.

Por estos motivos proponemos ampliar la didáctica de la Educación Tecnológica y poner énfasis en el desarrollo de los procesos mentales que se activan en los estudiantes cuando resuelven un problema. De este modo, una enseñanza orientada a estos procesos complementa la enseñanza de contenidos prioritarios. Y este complemento encuentra su justificación en el desarrollo de un pensamiento estratégico, organizado y sistemático, sometido a un control consciente, es decir, por medio del conocimiento y el control metacognitivos.

Resumiendo, la resolución de problemas en Educación Tecnológica contribuye a desarrollar, entre otras capacidades: la percepción, la creatividad, el pensamiento estratégico, las nociones de espacialidad (estructuras) y de temporalidad (procesos), la iniciativa y la autonomía, la adaptación y la flexibilidad, la resistencia y la persistencia, la autoestima y la autoconfianza, el compromiso y el pensamiento crítico. Todo ello se logra mediante prácticas formativas como las siguientes:

- ✓ Percibir situaciones, inferir a partir de la información y formular analogías.
- ✓ Analizar submetas o dividir el problema en partes.
- ✓ Tomar decisiones y elegir entre variadas líneas de acción.
- ✓ Diseñar y modelizar.
- ✓ Planificar y controlar la estrategia de resolución.
- ✓ Actuar proactivamente (sujeto protagonista).
- ✓ Trabajar en equipo (cooperar, comunicar, respetar, concertar, liderar, etc.).
- ✓ Evaluar (productos y procesos) y ser evaluado.

En el plano de las decisiones y de la acción, nos referimos a las capacidades de especificar metas o fines y anticipar las acciones necesarias para poder alcanzarlos –lo cual incluye la distribución de las tareas en el tiempo, la selección y asignación de recursos–, ejecutar lo planificado –ajustando y modificando el plan cuando sea necesario–, y evaluar los resultados obtenidos.

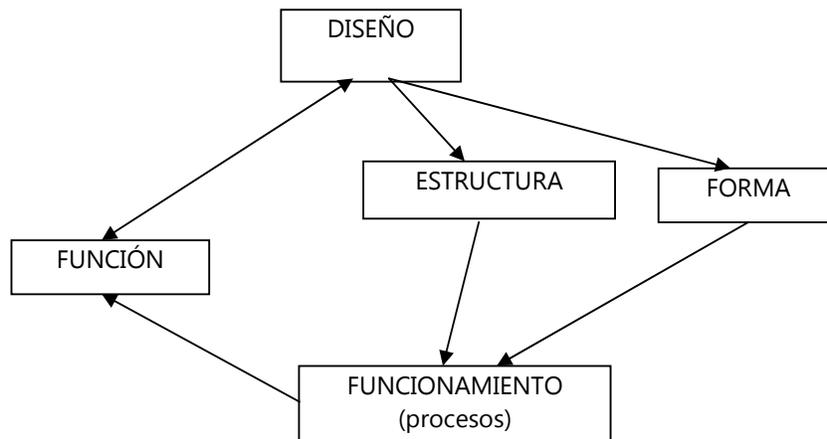
Una caracterización de los problemas tecnológicos

Desde un enfoque sistémico, una de las posibles maneras de categorizar los problemas tecnológicos es la siguiente⁸:

⁸ Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación (2003a, 2003b).

a) Problemas de síntesis o de diseño.

Este suele ser el tipo de problemas más utilizado en nuestras aulas. Son aquellos en los que se debe diseñar y construir un artefacto o sistema técnico que responda a un determinado requerimiento o demanda, es decir que se trata de idear o modificar la forma y la estructura de un sistema para que sea capaz de cumplir una determinada función. Desde un punto de vista sistémico, el *funcionamiento* del sistema es la forma en que este (a través de la dinámica de sus procesos) cumple con la *función* para la que ha sido diseñado. En consecuencia, se puede imaginar una red que relacione los conceptos siguientes:



“Tanto los fines como los medios deben ser pensados en términos de funciones para poder alcanzar una nueva síntesis funcional, consistente en otro sistema hombre-artefacto-entorno. Para alcanzar la meta, será necesario desmontar previamente en subfunciones tanto la función general a producir (el sistema o artefacto) como los medios a emplear. Este proceso de pensamiento, que Simon (1978) denomina análisis medio-fin, permite comprender el proceso de la creación de artefactos y, además, otro proceso más trascendente como es el de la ampliación de la consciencia humana que el sujeto alcanza mediante el acto de crear o usar una técnica nueva [...]”

Rodríguez de Fraga, 1996.

Por otra parte, este autor destaca que los problemas sociotécnicos desencadenan actividades mediadas simbólicamente por un proceso de diseño:

“[...] lo nuevo solamente se hace posible a partir de lo existente. Para el sujeto creador, el conjunto de tecnologías previas (artefactos, procedimientos, etc.) se

constituyen en verdaderos depósitos de conocimientos sobre los que aplica el análisis medio-fin para resignificarlos y reorganizarlos como nuevas estructuras funcionales que solucionen el problema. Pero, dado que ya no se piensa en artefactos aislados, sino en sistemas donde el sujeto está implicado, no será posible alcanzar las nuevas síntesis, excepto 'haciendo consciente y verbalizando' las funciones y acciones en juego. Esto permite el abordaje de algunos aspectos significativos del denominado proceso de hominización dentro de los contenidos de la Educación Tecnológica".

Rodríguez de Fraga, 1996.

En el marco de esta categorización, los *proyectos tecnológicos escolares* pueden ser considerados como problemas complejos de síntesis en los cuales el producto se obtiene luego de una serie de etapas claramente delimitadas que se llevan a cabo siguiendo una determinada secuencia.

b) Problemas de análisis.

En este caso se parte de un sistema técnico, de un producto o de un proceso existente y se analiza sistemáticamente todos o alguno de sus aspectos (función, estructura, funcionamiento, relaciones, evolución temporal, etc.). Los problemas de este tipo más comunes en el aula-taller pueden involucrar situaciones tan diversas como: análisis de sistemas, productos o artefactos, que incluyen el análisis funcional, de procesos, de costos, entre otros. Además, muchas veces este tipo de problemas forma parte de alguna etapa de la resolución de problemas de diseño (o de proyectos), en particular en los momentos de evaluación y ensayo de los resultados.

c) Problemas de caja negra.

En este tipo de problemas se presenta a los alumnos solo una parte de un sistema tecnológico: se sabe que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas, es decir que se conoce el comportamiento global del sistema, pero se desconoce – parcial o totalmente– su estructura y sus procesos internos (por ejemplo, porque no se puede acceder a esta información). El problema consiste, entonces, en desentrañar o descubrir el contenido de la "caja negra"⁹. Este caso es una combinación de los anteriores, puesto que implica analizar funcionalmente todos los aspectos y procesos conocidos del sistema, a la vez que se requiere imaginar y diseñar un *modelo* de los componentes "ocultos" del sistema, cuya estructura funcione o se comporte de acuerdo a las entradas y salidas ya conocidas. En algunos casos, el modelo que

⁹ La "caja negra" engloba los aspectos o atributos del sistema que se desconocen. Generalizando, podemos llamar "caja negra" a cualquier subsistema –de un sistema mayor– susceptible de ser conocido en mayor detalle. Cuando decidimos conocerlo mejor, dicho estudio suele denominarse "abrir la caja negra".

resuelve el problema debe coincidir con “el interior” de la caja negra; en otros casos, es suficiente con que se trate de un modelo análogo o isomorfo¹⁰ que se comporte de una manera similar¹¹.

Importancia del diseño, la modelización y los medios de representación

Hemos visto que la relevancia pedagógica del proceso de diseño reside en los procesos afectivo-cognitivos que involucra. La mera transmisión de información es tan solo una forma pasiva de acceder a un conocimiento que –con suerte– se memoriza; mientras que el diseño es producción de conocimiento, es decir, es conocimiento en acción (Marpegán, 2004). En el diseño se integran creatividad y conocimiento. Diseñar y modelizar son formas de comprender; por lo tanto, dado que desde nuestras propuestas de enseñanza buscamos estimular la comprensión, es importante que los alumnos diseñen y aprendan a modelizar.

En el proceso de diseño de objetos y procesos podemos distinguir dos momentos: el primero es el *modelo mental* anticipado (la idea) y el segundo es la expresión del modelo en algún tipo de *representación* mediante medios simbólicos apropiados (textos, diagramas, dibujos, maquetas, etc.). El segundo momento es de tipo “operativo”, porque desemboca en un plan proyectivo que ordena los recursos para obtener un proceso o producto determinado.

Es así que el diseño es la actividad esencial¹² en el proceso de creación de cualquier objeto o sistema sociotécnico, que involucra tanto la idea o imagen mental inicial de este como la representación gráfica, los diagramas y dibujos, el modelado y la programación de las actividades de producción y control.

Es evidente que el componente tecnológico de nuestra cultura se configura cada vez más como un potente campo simbólico y utiliza medios de representación cada vez más variados, que permiten la comunicación. Los estudiantes ya conocen y operan con una gran cantidad de códigos y de símbolos tecnológicos. El docente debe lograr que estos saberes previos se apliquen en las distintas actividades y además debe

¹⁰ Los *isomorfismos* (del griego, *iso*: ‘similar’, y *morfos*: forma) son pautas, componentes, estructuras, funciones, procesos o interacciones que demuestran tener las mismas características, pese a pertenecer a diferentes sistemas reales. Los isomorfismos permiten entender y explicar mejor sistemas que son muy distintos entre sí, pero que poseen similitudes estructurales o funcionales.

¹¹ Pintos, Monsalve y Diez (2000) han ejemplificado este tipo de problemas mostrando el uso didáctico del método de la caja negra para la modelización funcional de unidades significantes u operadores mecánicos (transformaciones de movimiento).

¹² El proceso de diseño es una de las diferencias fundamentales entre la Ciencia y la Tecnología. Podemos pensar la Ciencia como un conjunto de sistemas de conocimiento que han sido gestados por la *investigación*, que es su actividad fundamental; podemos pensar la Tecnología, en cambio, como un conjunto de sistemas orientados a modificar la realidad con el *diseño* como actividad central.

intervenir aportando nuevos lenguajes y medios de representación. Este es su el rol fundamental en tanto alfabetizador y mediador de los códigos de comunicación propios de nuestro tiempo.

El dibujo, los gráficos y la modelización no son solo medios expresivos que complementan el lenguaje discursivo y facilitan la comunicación, son también auxiliares de las operaciones de pensamiento (y de la abstracción), y son además una herramienta valiosa en todo el proceso de resolución de problemas, incluyendo la evaluación del producto y la reflexión metacognitiva de los procesos.

Vale destacar, entonces, que los medios expresivos juegan un rol fundamental en los procesos de conceptualización¹³. Por ello, es importante que los maestros ofrezcan experiencias educativas que permitan que los estudiantes formulen en forma explícita los diseños, las alternativas de solución y los programas de acción, mediante medios de representación y de comunicación adecuados a su nivel educativo (bocetos, croquis, dibujos, maquetas, tablas, diagramas e informes, entre otros), tanto previos como posteriores a las actividades prácticas o constructivas.

Momentos de la secuencia didáctica

Apelamos al concepto de “construcción metodológica” de Edelstein, cuando afirma:

“[...] reconocer al docente como sujeto que asume la tarea de elaborar una propuesta de enseñanza en la cual la construcción metodológica deviene fruto de un acto singularmente creativo de articulación entre la lógica disciplinar, las posibilidades de apropiación de los sujetos y las situaciones y los contextos particulares que constituyen los ámbitos donde ambas lógicas se entrecruzan”.

Edelstein, 2004.

Hemos visto que en la construcción metodológica propia de la Educación Tecnológica la noción de *situación problemática* adquiere un papel central. En base a esta noción, las prácticas de enseñanza basadas en la resolución de problemas pueden ser modelizadas dando cuenta de los distintos momentos o fases por los que atraviesa una *secuencia didáctica*.

¹³ Todo concepto (significado) tiene un componente simbólico (significante) expresado mediante un lenguaje, un medio de representación o algún código de comunicación.

En la capacitación, será necesario trabajar con los docentes actividades de análisis de las secuencias didácticas, para reconocer sus etapas o momentos. A modo de ejemplo, se incluye la propuesta en Marpegán (2011: 107), en la que se desarrolla una secuencia didáctica para el Nivel Primario:

1. En una primera instancia, se presenta la situación problemática y hay una *interacción alumno-situación*: el estudiante se apropia de la situación, percibe el o los problemas y los define en términos operativos. Por eso, como ya se dijo, es muy importante que los maestros elaboren actividades y consignas para que los alumnos *se apropien* de las situaciones, *hagan suyo* lo que ellos consideran que es el problema (lo "personalizan"), y *lo asuman* con el propósito de resolverlo. Esta actitud o motivación inicial es vital para el desarrollo de toda la secuencia.
2. En un segundo momento, hay una *interacción alumno-problema*. A partir de sus conocimientos previos y del acceso a nueva información, y a medida que avanza en la resolución del problema, el estudiante va construyendo *significados personales* (conocimientos de naturaleza subjetiva). Es decir que, al asumir la responsabilidad tecnológica implicada en la situación, el estudiante aprende adaptándose al "medio" (situación) mediante la construcción (génesis) de nuevos conocimientos. La *comprensión* de los contenidos depende de cómo el alumno los incorpora, los identifica y los utiliza en el proceso de resolución. Insistimos en que los contenidos recién son significativos para el alumno cuando "funcionan" de manera evidente en el proceso resolutivo.
3. Finalmente, hay una *interacción docente-alumno* en el contexto del aula (compañeros, recursos, etc.). Por ejemplo, puede hacerse una "puesta en común", en la que el estudiante descontextualiza la situación (la despersonaliza, la objetiva), y va construyendo *significados institucionales* (saberes objetivos curriculares) mediante un proceso reflexivo. Esto se logra gracias a que el alumno va interpretando y resignificando (en términos de sus propios conocimientos tecnológicos) sus acciones para resolver el problema. Se verifica así un proceso de *metacognición* y de *objetivación del saber*. Aquí es clave la intervención del docente, ya sea aclarando dudas y dificultades, exponiendo y desarrollando los contenidos, poniendo en común las discusiones o coordinando las presentaciones, Como así también y el rol recursivo (función semiótica) de los diferentes lenguajes y medios de representación. De este modo el saber se objetiva con la mediación simbólica del docente (alfabetización tecnológica).

Algunas notas acerca de “buenas” situaciones problemáticas

En el ámbito de la planificación didáctica, resulta esencial poder diferenciar entre problemas y ejercicios. Los *ejercicios* ponen en juego procedimientos, algoritmos o rutinas ya conocidas con el fin de desarrollar o afianzar habilidades que se aplicarán luego en situaciones idénticas o similares. En cambio, como hemos visto, los problemas parten de situaciones nuevas y abiertas con el propósito de desarrollar capacidades complejas que tienen un amplio campo de aplicación.

En consecuencia, a la hora de diseñar las consignas conviene tener en cuenta las características de una buena situación problemática:

- Comprensibles y resolubles por los estudiantes: ni demasiado fáciles ni demasiado arduas. Los estudiantes deben ser capaces de poder imaginar o prever soluciones posibles, sin que estas sean evidentes ni inmediatas o imposibles de abordar.
- Motivadoras para la acción: deben representar un desafío. El estudiante tiene que apropiarse de la situación y asumir un rol protagónico en su resolución.
- Con información insuficiente y/o superflua, para evitar que la solución esté condicionada por los datos.
- Suficientemente abiertas: deben tener la posibilidad de variadas soluciones y estimular la utilización de procedimientos múltiples y diversos.
- Permitir el diseño creativo y la elaboración de un proceso o producto (tangible o intangible) que resuelva la situación problemática.
- Promover la formulación de ideas, soluciones y conclusiones en diversos lenguajes expresivos y medios de representación.
- Permitir la “autovalidación”, de manera que la validación de los resultados o soluciones no provenga de la aprobación o desaprobación del docente, sino del control y autorregulación de la actividad misma.
- Promover el debate y la reflexión individual y grupal.
- Implicar el uso de contenidos ya aprendidos y otros nuevos que requieran ser aprendidos. Para poder resolver el o los problemas, los estudiantes abordarán los contenidos nuevos que el docente pretende enseñar.
- Establecer “puentes” entre el conocimiento práctico y cotidiano de los estudiantes (de la “calle”) y el saber escolar formal (curricular).

La resolución de problemas en la capacitación

Todo lo presentado hasta aquí nos permite afirmar que la enseñanza por resolución de problemas no puede estar ausente en los cursos de capacitación de Educación Tecnológica. Para optimizar nuestras prácticas en la materia, necesitamos de modelos didácticos más eficaces. Esta es una creación colectiva, donde es vital la participación de los docentes, en un proceso de capacitación, intercambio y revisión crítica de la práctica.

¿Cómo hacemos para superar los planteos pedagógicos basados en problemas cerrados o simples ejercicios que imponen métodos miméticos, mecánicos o algorítmicos? Creemos que es conveniente suplantarlos por estrategias basadas en situaciones problemáticas abiertas y complejas, cuya resolución implique el manejo de la incertidumbre, la modelización y la gestión integral de procesos y proyectos desde una concepción sociotécnica. Por lo tanto, es importante capacitar a los docentes para que puedan acompañar a los estudiantes en el reconocimiento y abordaje de problemas multidimensionales propios de las mediaciones tecnológicas.

En este marco, hemos sostenido que el abordaje de situaciones problemáticas de acción en el aula-taller constituye un pilar de la Educación Tecnológica. Además, hemos reseñado algunos aportes teóricos y metodológicos que sirven para caracterizar, fundamentar y modelizar una didáctica por resolución de problemas. También hemos enfatizado que la enseñanza situada y las estrategias de problematización en contexto son fundamentales para la adquisición y desarrollo de capacidades que encuentran su génesis en el rol proactivo del estudiante, superando el modelo de enseñanza conservador centrado en la transmisión unilateral de conocimientos por parte del docente. Vale decir que se trata de una buena forma de lograr conceptualizaciones a partir de acciones ubicadas en contextos sociotécnicos comprensibles, que otorgan sentido y que además generan interés y motivación en los estudiantes (mucho más que si trabajamos contenidos solo de manera expositiva).

En síntesis, creemos que conviene revisar permanentemente nuestras estrategias de enseñanza en la capacitación, en función de los objetivos pedagógicos trazados en los NAP. En este escenario, en particular, interesa seguir profundizando en la generación de condiciones de enseñanza que promuevan en nuestros alumnos más y mejores aprendizajes de los saberes priorizados en la Educación Tecnológica. Por ejemplo, resulta interesante indagar en las formas adaptativas y creativas con que ellos abordan situaciones problemáticas nuevas. Sin duda, hoy por hoy, la alfabetización

tecnológica es una misión indelegable de la transmisión cultural propia de la escuela como institución social.



Actividad obligatoria

- b) Los **núcleos de aprendizaje** que involucren la **resolución de problemas** mediante procesos de diseño.
1. Recupere alguna experiencia de capacitación docente donde haya abordado la enseñanza para el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas en Educación Tecnológica en la escuela primaria. Describa lo más detalladamente posible dicha experiencia, indicando a qué grado/año de la escolaridad estaba destinada.
 2. Compare la experiencia antes descrita con las características de una “buena” situación problemática presentada en esta clase, teniendo en cuenta asimismo los saberes del Eje 2 de los NAP correspondientes. Si lo considera pertinente, reformule parcial o totalmente dicha secuencia didáctica, justificando los cambios propuestos.
 3. Imagine qué actividad inicial propondría para el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas sociotécnicos a un grupo de maestros que no tienen experiencia en ella.

Referencias bibliográficas

ELDESTEIN, G. y otros (2004), "La construcción de conceptos sobre lo metodológico en la enseñanza. ¿Qué dicen las comunidades académicas? Primeros indicios desde un proceso investigativo". Ponencia presentada en las IV Jornadas de encuentro interdisciplinario Las Ciencias Sociales y Humanidades. UNC, Córdoba.

FERRATER Mora, J. (1971), *Diccionario de Filosofía*. Buenos Aires: Sudamericana.

FERREYRA, H. y G. PERETTI (2010), "Competencias Básicas: Desarrollo de capacidades fundamentales: aprendizaje relevante y educación para toda la vida". Trabajo presentado en el Congreso Iberoamericano de Educación, Buenos Aires. Disponible en www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/COMPETENCIASBASICAS/RLE3476_Ferreyra.pdf

FOUREZ, G. (1997), *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Colihue.

GENUSSO, G. (2000), *Educación Tecnológica. Situaciones problemáticas + aula taller*. Buenos Aires: Novedades Educativas.

GIORDAN, A. (2005), "Más allá del constructivismo y de las prisiones intelectuales", en *Revista Novedades Educativas*, N° 179.

HENNESSY, S. y R. McCormick (1994), "The general problem-solving process in technology education", en F. Banks (ed.), *Teaching Technology*. London: Routledge.

LELIWA, S. (2008), *Enseñar Educación Tecnológica en los escenarios actuales*. Córdoba: Comunicarte.

LINIETSKY, C. y J. Petrosino (1996), "Reflexiones sobre algunos contenidos de Tecnología", en G. Iaies (comp.), *Los CBC y la enseñanza de la Tecnología*. Buenos Aires: AZ.

MANDÓN, M. J. y C. MARPEGÁN (2001), "El método de solución de problemas", en *Revista Novedades Educativas*, N° 121.

MANDÓN, M. J. y C. MARPEGÁN (2000), "Hacia la modelización de situaciones didácticas en Tecnología", en *Revista Novedades Educativas*, N° 116.

MANDÓN, M. J. y C. MARPEGÁN (1999), "Aportes teóricos y metodológicos para una didáctica de Tecnología", en *Revista Novedades Educativas*, N° 103.

MARPEGÁN, C. y A. TOSO (2006), "La resolución de problemas: aspectos metodológicos", en *Revista Novedades Educativas*, N° 187.

- MARPEGÁN, C., M. J. MANDÓN y J. C. PINTOS (2005), *El Placer de Enseñar Tecnología: actividades de aula para docentes inquietos*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- MARPEGÁN, C. (2011), "Los cascarudos asechan. Secuencias de enseñanza de Tecnología", en E. Averbuj y S. Leliwa (comps.), *Educación Tecnológica. Experiencias y reflexiones*. Buenos Aires: Lesa.
- MCCORMICK, R. (1999), *¿Qué condiciones deben reunirse para dar lugar a una alfabetización tecnológica?* Technological Literacy Counts (TLC) Workshop Proceedings. Disponible en www.ieee.org/organizations/eab/tlcd2plenary.htm. [Se encuentra disponible una traducción en: http://www.tecnologia.mendoza.edu.ar/teoria_download_pdf/AlfabetizacionTecnologica.pdf]
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA NACIÓN (2007), *Cuadernos para el aula. Tecnología. Segundo Ciclo EGB/ Nivel Primario*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA NACIÓN (2003a), "Capacidad para la interpretación y la resolución de problemas", en *Desarrollo de capacidades en EGB 3 y Educación Polimodal, Volumen 1, Tecnología*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA NACIÓN (2003b), "Capacidad para la producción de textos escritos", en *Desarrollo de capacidades en EGB3 y Educación Polimodal Volumen 3, Tecnología*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- PINTOS, J. C., C. MONSALVE y O. DIEZ (2000), "Definiendo máquinas y mecanismos", en *Revista Novedades Educativas*, N° 110.
- POZO, J. I. y Y. POSTIGO (1994), *La solución de problemas*. Madrid: Santillana.
- POZO, J. I., Y. POSTIGO y M. A. GÓMEZ CRESPO (1995), "Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en Ciencias", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 5. Barcelona.
- QUINTANILLA, M. A. (1991), *Tecnología: un enfoque filosófico*. Buenos Aires: EUDEBA.
- RODRÍGUEZ DE FRAGA, A. (1996), "La incorporación de un área tecnológica a la educación general", en *Revista Propuesta educativa FLACSO*, Año 7, N° 15.
- SIMON, H. (1978), *Las ciencias de lo artificial*. Barcelona: A.T.E.
- THORNTON, S. (1998), *La resolución infantil de problemas*. Madrid: Morata.
- Toso, A. (2003), "Aprender a pensar en Educación Tecnológica", en *Revista Novedades Educativas*, N° 156.

Toso, A. (2004), "Procesos mentales en Educación Tecnológica", en *Revista Novedades Educativas*, N° 163.

Toso, A. (2006), "¿Cuán estratégicos son los estudiantes cuando resuelven problemas?", en *Revista Novedades Educativas*, N° 187.

ULLOQUE, G. (2011), "Aprendizaje basado en problemas", en E. Averbuj y S. Leliwa (comps.), *Educación Tecnológica. Experiencias y reflexiones*. Buenos Aires: Lesa.