



CAPACITACIÓN EN SERVICIO:

**“Hacia una gestión situada...Una mirada crítica al Currículo de Educación Secundaria desde el
Ciclo Básico”**

REPLICA 2011 – SEGUNDA COHORTE

EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

**LA ENSEÑANZA BASADA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS A TRAVÉS
DEL DISEÑO**

Presentación

Para optimizar las prácticas de enseñanza en Educación Tecnológica necesitamos de modelos didácticos más eficaces. Creemos que esto es una creación colectiva, donde es vital la participación de los docentes, en un proceso de intercambio y de revisión crítica de la práctica. Sin embargo, toda lectura crítica compartida necesita marcos de referencia. Para ello, en esta instancia de trabajo nuestro punto de partida es asumir una actitud y actuación reflexivas para la toma de decisiones didácticas, desde una mirada crítica al texto del Diseño Curricular Ciclo Básico de la Educación Secundaria 2011-2015 de la Provincia de Córdoba.

En este marco, basándonos en dicho diseño, le aportamos algunos principios y orientaciones teóricas y metodológicas para contribuir a los procesos de enseñanza y evaluación en Educación Tecnológica.

Introducción

En el Diseño Curricular, los contenidos se nuclean en torno a tres ejes organizadores. En esta clase, le proponemos trabajar en torno al **Eje PROCESOS TECNOLÓGICOS**, porque constituye uno de los núcleos de contenidos centrales de la Educación Tecnológica.

En cuanto a las actividades, le proponemos:

- En primer término y para iniciar el recorrido del camino que juntos emprenderemos, reconocer el rol que juega la enseñanza en el marco del **Aprendizaje basado en problemas (ABP)** en el planteo curricular.
- La segunda actividad está orientada a la recuperación de algunos principios conceptuales y metodológicos que sustentan el enfoque situado y socio-constructivista de la enseñanza con especial referencia a la resolución de problemas mediante el diseño tecnológico.
- La tercera actividad aporta orientaciones con relación a la evaluación en Educación Tecnológica. Como cierre de la propuesta de trabajo – y retomando lo construido en las actividades anteriores - lo invitamos a recuperar y priorizar claves orientadoras para el desarrollo de las prácticas de enseñanza en Educación Tecnológica.

Las producciones resultantes de las diferentes actividades deberán ser presentadas –debidamente organizadas- a modo de Trabajo Práctico Individual

En la presentación deberán constar los siguientes datos:

Institución:

- **Nombre:**
- **Dirección de Nivel de la cual depende:**
- **Ubicación:**

Directivo/ docente INSCRIPTO EN LA CAPACITACIÓN, que elaboró el Trabajo Práctico:

- **Apellido y nombre:**
- **D.N.I.:**
- **Cargo:**
- **Espacio curricular:**

LA PRODUCCIÓN DEBE SER REMITIDA VÍA CORREO ELECTRÓNICO A LA SIGUIENTE DIRECCIÓN SEGÚN CORRESPONDA:

| TUTOR | DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO | ESPACIO CURRICULAR |
|---------------|--|-----------------------|
| Silvia Cuevas | tutorcuevasil@gmail.com | Educación tecnológica |

Actividades

Actividad 1

Le proponemos que, a partir de la lectura del Diseño Curricular de Educación Tecnológica, **identifique las referencias conceptuales y las orientaciones para la enseñanza** vinculadas con el **Aprendizaje basado en problemas (ABP)**. **Desarrolle una síntesis a manera de producción escrita.**

Actividad 2

En el Diseño Curricular para Ciclo Básico, en la *Presentación* del espacio Educación Tecnológica, se hace referencia a

"... 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 ..." (Argentina, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología ,2007 b p. 16).

Estas reflexiones están directamente vinculadas con los aportes de la Educación Tecnológica para desarrollar en los estudiantes capacidades complejas que se puedan aplicar a situaciones nuevas y cambiantes propias del la vida en el mundo actual. Y en este momento, nos interesa acercarle otra propuesta sobre la misma temática en la cual se orientan las reflexiones específicamente hacia la enseñanza basada en la resolución de problemas.

★ Le proponemos, entonces, la lectura del siguiente artículo, que consta en el **Anexo I**, que usted encontrará al final de la clase (página 7).

Marpegán, C.M. **DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA. *La enseñanza basada en la resolución de problemas a través del diseño.***

★ A medida que realice la lectura, vaya recuperando y discutiendo aquellos aportes que le parezcan más significativos y también los que le planteen dudas o generen desacuerdo, en relación con la importancia y los alcances de la enseñanza de dichas prácticas en la Educación Secundaria.

Les sugerimos trabajar con un organizador para registrar las conclusiones de la discusión:

| | |
|---|--|
| Aportes que se rescatan como significativos | |
| Aportes que generan dudas o interrogantes | |
| Aportes con los que no acuerdan | |
| Otros... | |

Actividad 3

Es ahora el momento de centrar la atención en la **evaluación** en Educación Tecnológica con especial referencia a la enseñanza basada en la resolución de problemas a través del diseño. Les proponemos, entonces, la lectura del siguiente artículo, que consta en el **Anexo II**, que usted encontrará al final de la clase (página 18).

**Marpegán, C.M. LA EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA.
Con especial referencia a la enseñanza basada en la resolución de problemas**

Con base en este material y el apartado **Algunas consideraciones respecto a la evaluación de los aprendizajes** del Diseño Curricular de Educación Tecnológica, le solicitamos diseñar una Lista de Cotejo con sus indicadores, la cual, desde su punto de vista, resultaría adecuada para evaluar a los estudiantes en el trascurso de una Unidad Didáctica de Educación Tecnológica basada en la resolución de problemas.

Actividad 4... Y llegamos al final de la clase

★ Le solicitamos que explore los materiales que se recomiendan en la **WEBGRAFÍA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA BÁSICA** (sugerencia de materiales y recursos para docentes y estudiantes, elaborada por los equipos técnicos del Área de Gestión Curricular de la Subsecretaría de Promoción de Igualdad y Calidad Educativa). **Elija y lea uno de los artículos allí mencionados.**

USTED PODRÁ ACCEDER A LA WEBGRAFÍA DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA, A TRAVÉS DEL SIGUIENTE LINK:

<http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/Webgrafia%20Secundario/10-%20Educacion%20tecnologica.pdf>

Recuerde que los materiales sugeridos se encuentran disponibles en diferentes sitios de la Web y se incluyen sus respectivos links. Para poder acceder, es necesario estar conectado a Internet y realizar una de las tres operaciones siguientes:

- Sólo hacer *clíc* sobre el link
- Presionar la tecla CRL más clic con el botón izquierdo del *Mouse*.
- Copiar y pegar el link en el buscador

★ Ponga en relación los aportes de ese artículo con lo expresado en la *Presentación* y en las *Orientaciones para la Enseñanza del Diseño Curricular de Educación Tecnológica para el Ciclo Básico*, como así también con todo lo analizado en el desarrollo de la clase. Seleccione y jerarquice aquellos aportes que –desde su punto de vista- debieran constituir las claves orientadoras para las prácticas de enseñanza y evaluación en este espacio curricular. **Sintetice las conclusiones a manera de breve informe.**

A modo de despedida, queremos compartir esta reflexión cuyo alcance y sentido nos compromete a todos:

*“Formar sujetos para una nueva **cultura tecnológica** que retome los valores humanos implica necesariamente una innovación pedagógica profunda. ¿Estamos preparados para ella?”*

Agradecemos la participación de ustedes en esta propuesta.

Equipo técnico de Gestión Curricular

Para seguir leyendo. Algunas sugerencias de lecturas complementarias:

- **Marpegán, C. y Toso, A. (2006). La resolución de problemas: aspectos metodológicos. En *Revista Novedades Educativas*, nº 187, pág 66-71. Buenos Aires. Este artículo realiza aportes en torno a aspectos metodológicos de la enseñanza de Tecnología, con especial atención a la**

resolución de problemas, brindando al docente algunos lineamientos – con fundamento – para la planificación de su labor cotidiana.

- **Marpegán, C., Mandón, M. y Pintos, J. C. (2000).** *El Placer de Enseñar Tecnología: actividades de aula para docentes inquietos.* Buenos Aires: Novedades Educativas. *El propósito de este libro es contribuir con la planificación de las clases de Educación Tecnológica, mediante la presentación de propuestas, ideas y sugerencias didácticamente fundamentadas.*

Recuerde que en la Webgrafía Secundario Básico usted podrá acceder a materiales de formación teórica, propuestas didácticas, recursos en formato texto y audiovisual. Disponible en <http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/webgrafiasecundaria.php>

ANEXO I

DIDÁCTICA DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

La enseñanza basada en la resolución de problemas a través del diseño.

Autor: *Mgtr. Ing. Carlos María Marpegán*

Enfoque y fines de la Educación Tecnológica

Si pretendemos una enseñanza que contribuya a lograr *competencias* para la vida actual, necesitamos desarrollar en los estudiantes capacidades que se puedan aplicar a situaciones nuevas y cambiantes. En especial, la Educación Tecnológica puede aportar significativamente para:

- *Aprender a pensar*
- *Aprender a aprender*
- *Aprender a emprender*

Muchas técnicas cambian hoy vertiginosamente, pero un factor puede y debe mantenerse: la habilidad de la gente para resolver situaciones problemáticas y para pensar críticamente a la tecnología. Por eso, en la Educación Secundaria en particular, la Educación Tecnológica persigue la formación de hombres y mujeres:

- *Pensadores y analistas críticos.*
- *Usuarios responsables e inteligentes.*
- *Diseñadores y proyectistas eficaces.*

Se apunta a que el alumno conozca mejor el mundo en que vive y adquiera cierta capacidad de intervención y de control sobre la tecnología; es decir, que pueda "negociar" con ella y no esté sometido a un fenómeno que lo domina y que no entiende. Por consiguiente, no interesan tanto las actividades en sí mismas sino el desarrollo de las capacidades complejas que se adquieren a partir de ellas.

Para nosotros, educar no sólo es transmitir conocimientos o enseñar contenidos, sino aportar al desarrollo de estas capacidades complejas. En este sentido, el conocimiento tecnológico implica tanto el conocimiento de la realidad actual como la capacidad de intervención sobre la misma.

El trabajo en aula-taller

Siempre se ha reconocido a la *experiencia* como una fuente de conocimiento, pero en Educación Tecnológica, la experiencia vivencial del *hacer* es muy valiosa, puesto que es mucho más fácil comprender a la técnica, su racionalidad y sus efectos, si *operamos* con ella, utilizando su lógica y sus procedimientos. Por este motivo, el trabajo en el aula-taller de Tecnología implica un espacio individual y un trabajo grupal en equipo. Recomendamos trabajar con *metodología de taller* centrada en:

- ✓ el planteo y resolución de *situaciones problemáticas*,
- ✓ el trabajo protagónico de los alumnos (tanto individual como en equipo),
- ✓ debates y reflexión grupales (*puestas en común*),
- ✓ y momentos teóricos informativos a cargo del docente ("explicaciones").

Principios didácticos

En nuestras escuelas, los docentes, a menudo enseñamos los contenidos “en sí mismos y por sí mismos”, en forma descriptiva o expositiva, sin relación con *situaciones problemáticas contextualizadas*; y solemos poner el énfasis en lograr que los alumnos retengan y reproduzcan un conocimiento que es de tipo “escolarizado”, es decir, descontextualizado. De modo que no es sorprendente que nuestros alumnos a veces no encuentren *sentido* a las prácticas educativas: “¡Ufa! ¡Profe!. Y esto, que es tan aburrido, ¿para qué sirve?”.

Por este motivo proponemos una didáctica de tipo “situada”, que se basa en plantearle al alumno *situaciones problemáticas de acción* que tengan su raíz en contextos sociotécnicos (reales o simulados). En este campo, desde un punto de vista general, podemos definir:

Una *situación problemática* o *situación-problema* es cualquier circunstancia que desencadena actividades sociotécnicas en el aula-taller.

Y nuestra hipótesis central se puede enunciar así:

*Los aprendizajes fundamentales en Tecnología son los que surgen de la **acción** de los sujetos cuando éstos abordan **situaciones problemáticas**.*

Vale aclarar que no por ello dejamos de reconocer la importancia que tienen muchas otras estrategias didácticas tales como: la lectura de textos, los cuestionarios, las investigaciones e indagaciones (de campo, históricas, bibliográficas, etc.), los debates, el estudio de casos o las explicaciones del docente. Todas ellas pueden ser útiles a la hora de avanzar en la construcción metodológica que sustenta la planificación de nuestras clases.

Sin embargo, sabemos que las *situaciones problemáticas* juegan un papel central en la generación del saber tecnológico en las sociedades humanas ¹. Análogamente, este tipo de situaciones se convierten en la estrategia privilegiada: utilizamos las *situaciones problemáticas* para dar origen, sentido y contexto a los conocimientos tecnológicos. *Origen*, porque las situaciones actúan de motivadores o disparadores de los afectos, el pensamiento y la acción. *Sentido*, porque los contenidos operan y funcionan como herramientas para la definición y resolución del problema (de modo que el alumno le atribuye sentido al aprendizaje). Y *contexto*, porque la situación se inscribe en un marco de referencia o recorte que proviene la vida y el ambiente cotidiano.

Estas situaciones incluyen *problemas* que los alumnos deben *percibir, formular y resolver*; y para ello deben recurrir a los conocimientos propios (u otros disponibles), a la vez que reconocen lo que no saben, interpretan nueva información y aprenden nuevos contenidos construyendo nuevos y relevantes saberes. El aprendizaje es significativo cuando el alumno utiliza los contenidos en su acción, es decir, cuando los contenidos “funcionan” como herramientas para resolver el o los problemas. De este modo, la resolución de *situaciones problemáticas* por parte de nuestros estudiantes favorece la *conceptualización* de sistemas sociotécnicos mediante:

- La percepción de los *problemas*, y explicitación de los mismos mediante *lenguajes* apropiados.
- La producción y el desarrollo de *ideas* y de *herramientas* de acuerdo con los saberes propios.

¹ Ver por ejemplo, Quintanilla, M.A.; *Tecnología: un enfoque filosófico*; EUDEBA-FUNDESCO, 1991, pág. 91 y 92.

- La elaboración de *modelos* para el *diseño* de la solución.

Cuando los alumnos buscan respuestas a sus problemas, no sólo construyen teorías y las ponen a prueba; también perciben, organizan e intervienen sobre la realidad de modo tal que ésta les resulta significativa. De hecho, en la historia de la humanidad, la técnica ha probado ser una forma proactiva de conocer el mundo que nos rodea.

El traspaso de la responsabilidad: el alumno se hace cargo

Al diseñar nuestras clases debemos considerar que una situación problemática:

- ✓ No es un simple problema técnico o constructivo
- ✓ Es *contextualizada*: parte de un recorte del ambiente y es (o simula) una situación de la vida cotidiana (componente natural - social)
- ✓ En su abordaje, el *hacer del alumno* va precedido de un momento de *percepción y formulación* del problema y de *diseño* de la solución.
- ✓ Y posteriormente el *hacer* va seguido de un momento de *reflexión-evaluación* metacognitiva.

Por ejemplo: veamos dos consignas diferentes:

- ✓ “A doña Hortensia, en la huerta, los pájaros le comen las semillas, ¿podemos construirle un espantapájaros?”
- ✓ “A doña Hortensia, en la huerta, los pájaros le comen las semillas, ¿qué podemos hacer?”

En el primer caso no hay un verdadero *problema*. En el segundo caso se trata primero de percibir cuál es el problema, formularlo en términos operativos y plantear diferentes alternativas de solución. El proceso afectivo-cognitivo de los alumnos será muy diferente.

El docente es el artífice que diseña la situación y la expone a los estudiantes mediante una consigna motivadora, pero interviene poco o nada para auxiliar al alumno en la definición del problema y la búsqueda de la solución. El docente debe traspasar la responsabilidad y el protagonismo de la situación al alumno. La construcción de los conocimientos se produce entonces como consecuencia de las exigencias de la situación misma, y no como respuesta a los deseos del docente.

Esto significa que el alumno asume y se hace cargo de:

- ✓ **las reglas del juego** (comprende las *consignas* con los conocimientos que ya posee),
- ✓ **el problema** (lo hace suyo),
- ✓ y **la decisión** (busca y elige las estrategias de *acción*).

Ya hemos mencionado que los aprendizajes surgen como resultado de la interacción del alumno con la situación problemática (o con el campo de problemas que presenta la situación) mediatizado por: los aportes del docente, del contexto (áulico, familiar, etc.) y por el contacto con nuevas fuentes de información. Por ello, el docente debe ser cauto y evitar ponerse a "explicar" antes de tiempo. A menos que haga falta explicitar de ciertos "organizadores previos", o refrescar algunas ideas (por ejemplo, para que los chicos se apropien del problema y lo entiendan mejor), el docente debiera abstenerse de brindar conocimientos antes de que el alumno aborde y accione sobre los problemas.

Cómo son las buenas situaciones problemáticas

Para proponer situaciones problemáticas a sus alumnos, el docente necesita ser creativo y *problematizar* temas de la realidad y/o núcleos de contenidos del Diseño Curricular. Ningún problema real se presenta en forma aislada, sino por el contrario, se inserta en una **situación** que involucra a un sistema complejo (que llamamos recorte de la realidad). En primer lugar, las *situaciones* de enseñanza tienen que ser tales que representen un **problema** (en sentido amplio) para el alumno. Pero además, los problemas no existen independientemente o "fuera" del sujeto: cualquier situación se convierte en un "problema" *sólo cuando el sujeto la percibe como tal*. Por eso, en las secuencias de aula, es muy

importante que los alumnos se apropien de las situaciones, hagan suyo lo que ellos consideran que es el problema, y lo asuman con el propósito de resolverlo. Esta actitud o motivación inicial es clave para el resto de la secuencia de actividades en el aula-taller.

Al diseñar las consignas, conviene tener en cuenta que las características de una buena situación problemática son:

- Ser comprensibles y resolubles por los alumnos: ni demasiado fáciles ni demasiado arduas. Los alumnos deben ser capaces de poder imaginar o prever soluciones posibles, sin que éstas sean evidentes ni inmediatas.
- Ser adaptables a diferentes grupos y niveles de alumnos y a diferentes circunstancias (adaptando las *variables didácticas* de la situación para que sean pertinentes²).
- Ser motivadoras para la acción: representar un desafío. El alumno debe apropiarse de la situación, hacerla suya.
- Frecuentemente contener información insuficiente y/o superflua para evitar que la solución esté condicionada por los datos.
- Ser suficientemente abiertas: tener la posibilidad de variadas soluciones y estimular la utilización de procedimientos múltiples y diversos.
- Permitir el diseño creativo y la elaboración de un producto (tangibles o intangibles) que resuelve la situación problemática.
- Promover la formulación de los planteos, las soluciones y las conclusiones en diversos lenguajes expresivos y medios de representación.
- Permitir la "autovalidación", es decir, que la validación de los resultados o soluciones no provenga de la sanción del docente sino de la actividad misma.
- Promover el debate y la reflexión individual y grupal.
- Necesitar el uso de contenidos ya aprendidos y otros nuevos a ser aprendidos (para poder dar resolver el o los problemas, los alumnos deben utilizar los contenidos que el docente pretende enseñar).
- Interrelacionar y contextualizar los contenidos a trabajar. La red de contenidos involucrados debe ser rica, pero no sobreabundante, para no perder el hilo de lo que se está enseñando en ese momento, y para que el alumno no se pierda en la complejidad ("el que mucho abarca poco aprieta").
- Establecer "puentes" entre el conocimiento práctico y vivencial de los alumnos (de la "universidad de la calle") y el saber escolar formal (curricular).
- Estar articuladas con otras situaciones dentro de una secuencia o plan de clases (evitar que las actividades queden "descolgadas").

Un ejemplo

La siguiente consigna para Ciclo Básico ilustra un ejemplo sencillo donde puede verse cómo una situación "contextualizada" actúa de disparador de un proceso de *problematización*. Es decir que se procura que los alumnos desarrollen la percepción de un *campo de problemas* asociado con la situación presentada.

a) Don Jacinto tiene una granja y lleva huevos al mercado todas las semanas en su vehículo. Los vecinos aprovechan sus viajes para mandar cosas al pueblo, cargándolas siempre a último momento arriba de los huevos de Don Jacinto. ¿Cuál es el problema y cuáles son las posibles soluciones?

² La **pertinencia** de las variables didácticas tiene que ver con toda la complejidad de la situación de aprendizaje: los niveles de los alumnos, sus conocimientos anteriores, las restricciones de la consigna, el tipo y la cantidad de los datos, los recursos disponibles, etc.

Una parte muy importante de la estrategia de enseñanza es la planificación de los tiempos de aula: los momentos de apropiación de la consigna, de búsqueda de datos, de diseño, de intercambio de ideas, de actividad constructiva, de plenarios, de exposición, de cierre, etc.

Por otro lado, las **intervenciones** del docente no sólo son importantes por sí mismas, sino por el preciso momento en que se producen: una mediación en el momento adecuado puede tener un enorme efecto didáctico, así como una intervención inoportuna puede desmoronar toda una situación de aprendizaje; como a veces sucede, por ejemplo, cuando interferimos en el proceso creativo de un alumno, antes de que él, en forma autónoma, pueda gestar un conocimiento nuevo para resolver un determinado problema.

Por este motivo, es importante que el momento de *diseño* quede a cargo de los alumnos. El docente interviene lo menos posible, en especial evita "dar ideas" para no interrumpir las "chispas" de creatividad de los alumnos; pero los acompaña y los estimula, está siempre vigilante para evitar que pierdan el "hilo" del proceso, y procura que se organicen de modo que puedan explicitar sus ideas, seleccionar y diseñar la solución, elegir los materiales y las herramientas, dividir las tareas, etc.

El uso didáctico de la resolución de problemas

Por lo pronto, en el marco de la didáctica de la Tecnología, las estrategias de resolución de problemas pueden ser utilizadas al menos en tres situaciones bien diferenciadas:

a) Como contenido en sí mismo

El llamado "método de resolución de problemas" guarda una estrecha relación con el método proyectual (o de *proyecto tecnológico*) y es un procedimiento central en la Educación Tecnológica (Bloque 5 de los CBC de la EGB, 1995, pág. 229-232). En el método de resolución de problemas se pueden distinguir las siguientes etapas:

- ✓ Análisis de la situación
- ✓ Definición del problema
- ✓ Propuesta de alternativas de solución
- ✓ Diseño de una solución
- ✓ Implementación de la solución propuesta
- ✓ Evaluación y ensayo

Sin embargo, la enseñanza del método de resolución de problemas (y del proyecto tecnológico) como mera receta, procedimiento o esquema algorítmico ha sido cuestionada por numerosos especialistas³. Según McCormick (2002), en Inglaterra, el método de resolución de problemas suele trabajarse en las aulas como un "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 sólo como un ritual ..."

³ Ver, por ejemplo: Hennessy y McCormick (1994) *The general problem-solving process in technology education*, en Banks, Frank (Ed.); *Teaching Technology*, The Open University, Routledge, London. McCormick, R. (2002); *¿Qué condiciones deben reunirse para dar lugar a una alfabetización tecnológica?* Technological Literacy Counts (TLC) Workshop Proceedings, en <http://www.ieee.org/organizations/eab/tlcd2plenary.htm>, 2002.

Linietsky, C. y Petrosino, J. (1996) "Reflexiones sobre algunos contenidos de Tecnología"; en laies, G.(comp.), *Los CBC y la enseñanza de la Tecnología*, AZ, BsAs.

Toso, A. (2003). "Aprender a pensar en Educación Tecnológica"; en revista *Novedades Educativas*, n° 156, Bs As.

De hecho, la resolución de problemas es un proceso sumamente complejo y recursivo, que depende de muchos factores. Los modelos espontáneos de resolución de problemas de los niños, ponen en evidencia que sus estrategias se corresponden a sus estados madurativos y, si bien al margen de la enseñanza formal los niños y los jóvenes pueden resolver determinados problemas de índole técnica, la eficacia con que lo hacen está supeditada, por una lado, al carácter más o menos riguroso y profundo del saber técnico específico que poseen, pero también al tipo de estrategia que utilizan para resolverlo, es decir a sus competencias resolutorias. En consecuencia, no hay un modelo universal de resolución de problemas sino que existen variadas estrategias, desde las más impulsivas hasta las más planificadas y organizadas, diferenciando al novicio del competente. Por todo ello, el docente más que enseñar “el método”, debe fomentar un cambio procedimental, es decir, mediar para que los alumnos tomen conciencia por sí mismos de que sus estrategias poseen ciertas falencias que pueden ser revisadas y mejoradas, para llegar a resolver problemas de manera más autónoma y eficiente; sin perder de vista que trabajar el “método” sólo como un procedimiento representa un sesgo negativo en la enseñanza si no se aprovecha su potencial para integrar y generar aprendizajes, tal como se reseña en las situaciones siguientes.

b) Como método de enseñanza de determinados contenidos

En Tecnología, la resolución de problemas no es tan sólo uno de los fines de la enseñanza, sino un medio esencial para lograr aprendizajes. Ya hemos analizado y desarrollado el rol de la resolución de problemas en el aprendizaje de contenidos de Tecnología. Además, hemos postulado que existe un vínculo directo entre la funcionalidad del contenido y la significatividad del aprendizaje: los contenidos son significativos en tanto y en cuanto “funcionan” para resolver el problema.

Por eso, al planificar las clases de Tecnología, recomendamos a los docentes plantear situaciones problemáticas en el aula-taller donde *los contenidos a ser enseñados operan como herramientas* para la definición y resolución del problema; de esta manera logramos que los estudiantes le atribuyan *sentido* al aprendizaje.

c) Como método para desarrollar capacidades complejas

Los problemas pueden encararse de muchas maneras, pero no todas son igualmente eficaces. Aprender qué combinación de enfoques da el mejor abordaje a un problema, es también una cuestión pedagógica central, relacionada con el desarrollo de *capacidades*. McCormick (2002, ver cita 3) sostiene que: “*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*”. Por su parte, Black y Harrison (1994)⁴ han mostrado y ejemplificado el uso didáctico de los problemas y proyectos tecnológicos (*technology tasks*) para maximizar el desarrollo de competencias según una triple dinámica: tarea-acción-capacidad (*task-action-capability*).

Por su parte, Toso (2003, ver cita 3), ha sostenido que la resolución de problemas en Tecnología puede potenciar en los alumnos 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 este motivo hemos propuesto reformular la didáctica de la Tecnología ampliándola y poniendo énfasis en el desarrollo de los procesos mentales que se activan los estudiantes cuando resuelven un problema. De este modo, una enseñanza orientada a los *procesos mentales* complementa la enseñanza de contenidos tecnológicos. Este complemento encuentra su justificación en el desarrollo de un *pensamiento estratégico*, organizado y sistemático, sometido a control consciente, es decir, por el conocimiento y control metacognitivos.

⁴ Black, P. y Harrison, G. (1994).; *Technological capability*; en Banks, F. (Ed.); *Teaching Technology*; The Open University, Routledge, London.

Naturaleza de los problemas

Es interesante notar que, desde un enfoque sistémico, se distinguen tres tipos diferentes de problemas técnicos:

- a) *Problemas de síntesis o de diseño*: que involucran aquellos problemas dónde se debe diseñar y construir un sistema técnico que responda a un determinado requerimiento o demanda. La estructura del sistema debe diseñarse a fin de lograr el comportamiento deseado. Éste suele ser el tipo de problemas más utilizado. El caso didáctico más común es el de resolución de problemas asociados a proyectos tecnológicos escolares de diferentes grados de complejidad.
- b) *Problemas de análisis*: se parte de un sistema técnico dado y se debe analizar sistemáticamente su estructura y su comportamiento. Los casos más comunes en el aula-taller son los conocidos como análisis funcional, análisis de productos y lectura del objeto.
- c) *Problemas de caja negra*: es una combinación de los casos anteriores. Se desconoce la estructura y los procesos internos del sistema, pero se sabe que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas. Se trata entonces de imaginar y diseñar un *modelo* cuya estructura funcione o se comporte de acuerdo a las entradas y salidas conocidas. Pintos, Monsalve y Diez (2000) han ejemplificado este caso mostrando el uso didáctico del método de la caja negra en la modelización de unidades significantes u operadores mecánicos (transformaciones de movimiento).

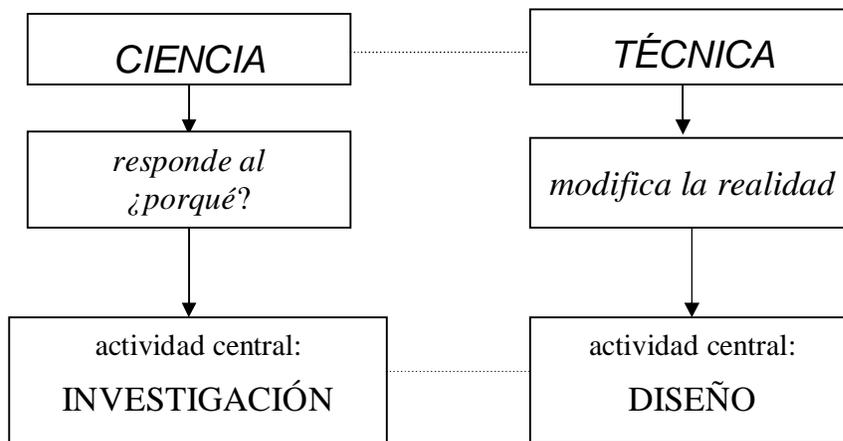
El diseño, los lenguajes y los medios de representación

Podemos definir al **diseño** como un proceso en el cual el sujeto concibe lo artificial, mediante un acto creativo y volitivo. En el diseño podemos distinguir dos fases; una de ellas es el esquema mental inicial (el "designio"): representación mediadora entre el sujeto y el entorno; la otra fase es ya algo concreto: el plan proyectivo que ordena los recursos y actúa para lograr un producto determinado.

Por consiguiente, el diseño es la actividad esencial en el proceso de creación de cualquier objeto tecnológico, que involucra tanto la imagen mental inicial del mismo como la representación gráfica, los diagramas y dibujos, el modelado y la programación de las actividades de producción y control.

Estos procesos de diseño son la base de las operaciones técnicas que los alumnos realizan, replicando así una característica de los homínidos ("*homo faber*") desde tiempos inmemoriales: la habilidad de la humanidad a través de la historia de explorar, entender y sobrevivir en un ambiente determinado.

El *proceso de diseño* es una de las diferencias fundamentales entre la Ciencia y la Técnica. Podemos pensar a la Ciencia como sistemas de conocimiento que han sido gestados por la *investigación* como actividad fundamental, y a la Técnica, en cambio, como sistemas orientados a modificar la realidad con el *diseño* como actividad central. El concepto distintivo de la Técnica es su *finalismo*, ya que los productos técnicos son creados con una finalidad explícita. La Ciencia y la Técnica tienen racionalidades diferentes, por lo tanto conviene abordarlas en forma integrada, pero con enfoques distintos.



El diseño lleva implícita la noción de armonía como valor estético. En el sistema de interrelaciones niño - artefacto - ambiente, el diseño constituye un acto mediador de armonización con el entorno. Por este motivo, es conveniente estimular en los alumnos la aplicación de criterios estéticos en sus diseños y en sus representaciones.

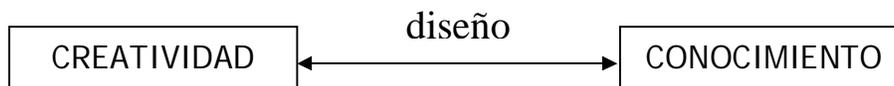
Hoy se va extendiendo la opinión de que en los procesos de la enseñanza y del aprendizaje el *diseño* juega un papel fundamental. La mera transmisión de información es sólo una forma pasiva de un conocimiento que – con suerte - se almacena; mientras que el diseño es producción de conocimiento, es decir, es conocimiento en acción.

Es aconsejable alentar a nuestros alumnos a diseñar porque el *diseño* tiene un alto valor didáctico. Al diseñar el alumno transita:

- *Por un proceso de creación y de construcción de conocimiento.*
- *Por un camino entre la idea, la representación de la idea y el producto.*

En los procesos de enseñanza y de aprendizaje el *diseño* juega un rol fundamental. La mera transmisión de información es sólo una forma pasiva de un conocimiento que se almacena; mientras que *el diseño es producción de conocimiento*, es decir, es conocimiento en gestación y en acción.

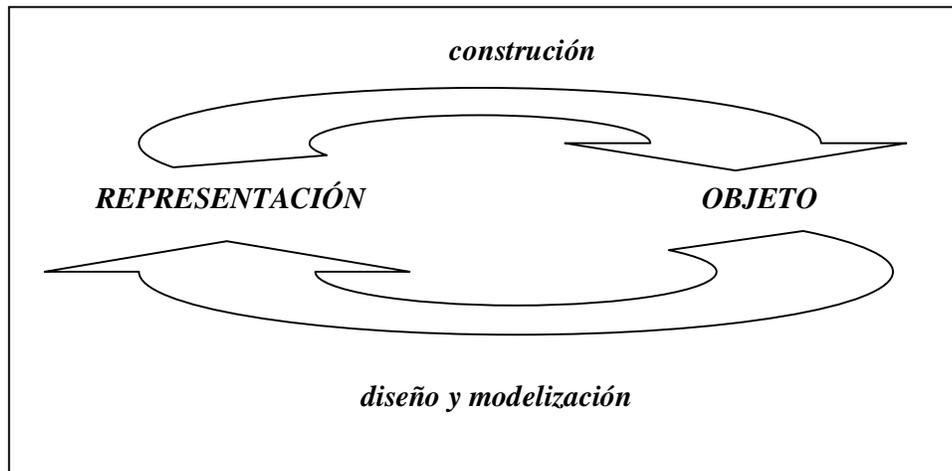
De modo espontáneo los alumnos suelen utilizar el proceso de diseño para transformar los materiales disponibles en "obras maestras" de una creatividad sorprendente. En las actividades de diseño se integran creatividad y conocimiento. Buscamos estimular la comprensión, y para nosotros diseñar y modelizar es una forma de comprender.



La alfabetización tecnológica: la modelización y los medios de representación

La tecnología, en si misma, se configura cada vez más como un potente campo simbólico característico de nuestro tiempo y utiliza medios de representación convencionales que permiten la comunicación. Por ello, es importante que los alumnos formulen en forma explícita los diseños, los modelos, las alternativas de solución y los programas de acción, mediante *medios de representación y de comunicación* adecuados a su nivel; por ejemplo mediante bocetos y croquis tanto previos como posteriores a las actividades manuales o constructivas.

Por eso, para las actividades en el aula-taller sugerimos una dinámica recursiva del tipo "sentir – pensar - crear – hacer - comunicar", con actividades alternadas con reflexiones y modelizaciones (aunque estas sean primarias y provisionales).

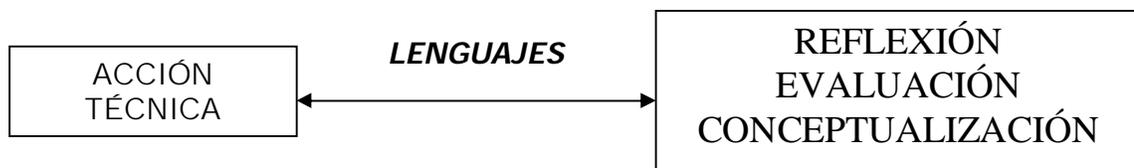


Los estudiantes manejan una gran cantidad de códigos y de símbolos. El docente debe promover que estos saberes previos se apliquen en las distintas actividades, y además intervenir aportando nuevos métodos y símbolos. Este es el rol fundamental del docente como alfabetizador y mediador de códigos de comunicación.

La reflexión sobre lo actuado y aprendido

Para completar el proceso de aprendizaje, es necesario que se de un proceso de metacognición ⁵, es decir que el alumno se percate y reflexione sobre sus acciones y evalúe sus producciones. Las “puestas en común” y las exposiciones de los trabajos son momentos muy apropiados para generar procesos metacognitivos, pues en ellas los estudiantes se dan cuenta, toman conciencia y pueden comunicar lo que han aprendido.

En Tecnología, en particular, para que haya conceptualización, es clave que los alumnos puedan reproducir sus producciones y comunicar sus acciones utilizando los lenguajes y los medios de representación más adecuados. Para ello es clave el rol recursivo de los lenguajes expresivos y comunicativos.



Los “trabajos manuales” y las “actividades prácticas” no son efectivos a menos que los aprendizajes sean conceptualizados, es decir, convenientemente representados o modelizados. Todo concepto tiene un componente simbólico, y por lo tanto es expresado por un lenguaje, es una mediación compartida, e implica siempre algún código de comunicación. El componente expresivo juega un rol fundamental en este proceso de conceptualización.

⁵ En este documento por *metacognición* entendemos el conocimiento y el control que el sujeto tiene sobre sus propios aprendizajes.

Por este motivo, es importante que los alumnos formulen en forma explícita los *diseños*, los *modelos*, las alternativas de solución, los programas de tareas, las conclusiones, etc. Por ello, buscamos que los alumnos desarrollen habilidades y *lenguajes* para poder expresar sus ideas y diseños usando *medios de representación* y de comunicación adecuados en cada caso (bocetos, dibujos, maquetas, tablas, diagramas, informes, etc.).⁶

Para estimular el uso de diferentes lenguajes en el proceso metacognitivo, el docente puede proponer distintos modos expresivos:

- *Ahora cuenten lo que hicieron*
- *Ahora dibujen...*
- *Ahora hagan una maqueta*
- *Ahora hagan un diagrama*
- *Ahora hagan una tabla*

Este es un momento donde es necesario que el alumno se “despegue” de las actividades concretas y:

- comunique sus resultados,
- se percate de sus actos (metacognición),
- y emprenda nuevas acciones (transferencia, proyectación)

Circuito dinámico de operaciones del alumno

Como síntesis de lo expuesto, la enseñanza de la Educación Tecnológica debiera poner en juego un proceso que podemos resumir en el siguiente esquema:



Estamos convencidos que para cerrar este circuito en el estudiante son imprescindibles los aportes de la Educación Tecnológica y de la Educación Artística.

⁶ Ver: Marpegán, Carlos, Mandón, María y Pintos, Juan C.; *“El Placer de Enseñar Tecnología: actividades de aula para docentes inquietos”*; Novedades Educativas, Bs As, 2000, p. 25.

ANEXO II

LA EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Con especial referencia a la enseñanza basada en la resolución de problemas

Autor: *Mgtr. Ing. Carlos María Marpegán*

El rol de la evaluación

No desarrollaremos aquí la temática general de la evaluación sobre la que existe una importante producción bibliográfica. Baste decir que consideramos a la *evaluación* como aquellas acciones destinadas a obtener información útil, tanto para comprender mejor los procesos de enseñanza y de aprendizaje, como para tomar decisiones dirigidas hacia la optimización de dichos procesos.

La evaluación de los aprendizajes que realiza el docente, la autoevaluación de cada alumno y la coevaluación entre pares, deben ser también instancias de aprendizaje; de este modo, en el aula, aprendizaje y evaluación pueden marchar juntas en un proceso recursivo que las retroalimenta.

Si asumimos que una de las finalidades de la Educación Tecnológica es contribuir a desarrollar *competencias* para la vida en el mundo actual (es decir, capacidades complejas para abordar situaciones en los diversos ámbitos de la vida humana, personal y social); entonces, nos interesa, entre otras cosas, evaluar la *funcionalidad* de los saberes en situaciones diversas y cambiantes. Por ejemplo, aquellos conocimientos que el sujeto puede poseer, pero que no sabe aplicar, de hecho, aportan poco a los propósitos de una buena educación en Tecnología. Además, como en el mundo actual todo cambia con una rapidez inédita, las expectativas de logro para los egresados de nuestro sistema educativo deben apuntar a desarrollar conocimientos y habilidades creativas para resolver problemas complejos en contextos distintos, teniendo en cuenta la permanente evolución del escenario científico-tecnológico.

A la hora de evaluar en Educación Tecnológica no es conveniente separar los contenidos en conceptos, procedimientos y actitudes. Aludiendo a la capacidad técnica del ser humano, Spengler (1967)⁷ dice que “*el hombre es hombre por la mano*”. En efecto, la mano realimenta a la mente, pues en cierto modo la acción de la mano conceptualiza y la acción de los conceptos opera. Vale decir que los procedimientos están estrechamente vinculados a los conceptos. Y si bien es cierto que lo procedimental está ligado a la manipulación de lo concreto, y lo conceptual - en tanto que abstracción - está ligado a las regularidades y a los invariantes; ambos, procedimientos y conceptos son inseparables, de allí las dificultades que pueden surgir en distinguirlos para intentar evaluarlos en forma aislada.

¿Qué evaluar?

¿Qué evaluamos? ¿resultados o procesos? ¿conocimientos teóricos o habilidades prácticas? ¿evaluamos las producciones de los chicos o sus procesos de aprendizaje?

Consideramos que en Tecnología es importante evaluar ambos. Los motivos son varios. De hecho existe una fuerte interrelación entre la comprensión conceptual y las habilidades prácticas; esta interrelación se hace patente, por ejemplo, durante los procesos de resolución de situaciones problemáticas. La información que los mismos alumnos generan durante las actividades, es un insumo fundamental para la evaluación por parte del docente. Ya desde el comienzo de una secuencia, los alumnos suelen valorar y elegir las ideas para solucionar el problema utilizando distintos criterios subjetivos, pero atendiendo a motivos técnicos, estéticos, económicos o funcionales. Lo mismo sucede a medida que los alumnos avanzan en el diseño y en la ejecución de la solución, hasta obtener el

⁷ Spengler, O. (1967). *El Hombre y la Técnica*; Espasa Calpe, Madrid.

producto o sistema técnico que resuelve la situación problemática. El seguimiento del docente desde la aparición de las primeras ideas y bocetos hasta el producto final, pasando por las demás fases, es una de las formas de evaluar los aprendizajes de los alumnos.

En síntesis, la peculiaridad de Tecnología es que en ella buscamos evaluar "el conocimiento en la acción". Por eso, si bien la evaluación del *proceso* resolutorio es importante, no lo es menos la evaluación del *resultado o producto final*, habida cuenta del carácter práctico y funcionalista de la acción técnica. En principio, hay dos miradas. Una es sobre el proceso, o sea, evaluar el proceso que va haciendo el alumno en las actividades propuestas, y dentro de ese proceso, la apropiación de los contenidos. La otra mirada es sobre los resultados, pero que no debe quedarse allí, porque ésta también conlleva la aplicación y transferencia de lo aprendido a otras situaciones.

En Tecnología otra dificultad para evaluar los aprendizajes reside en que se le pide al alumno que desarrolle soluciones creativas para los problemas. Pero, *¿es posible evaluar la creatividad? ¿Cómo?*

No es posible evaluar la creatividad en sí misma, pero sí es posible evaluar procesos y resultados. La Educación Tecnológica conduce a evaluar muchas habilidades específicas que antes no solían evaluarse en la escuela, y donde está en juego la creatividad del alumno; son las habilidades para: diseñar, modelar, representar simbólicamente, organizar y clasificar información técnica, construir maquetas, imaginar procesos de innovación, planificar y organizar emprendimientos, programar tareas, etc.

Sin embargo, en estos casos, no es fácil encontrar criterios objetivos de valoración. Otro aspecto delicado de la evaluación que se efectúa en Tecnología está relacionado con la *valoración* de estrategias, procesos, modelos u objetos creados por otras personas – en este caso por nuestros estudiantes. Las valoraciones bajas o negativas pueden ser tomadas por los alumnos como algo "personal" en su contra. Por otro lado, el temor al error o al fracaso pueden producir un bloqueo emocional de la creatividad, o incluso inhibir a los alumnos para intentar métodos nuevos o innovadores. Debemos encontrar la manera de mejorar la autoestima y la autoconfianza de nuestros estudiantes.

Por estos motivos, es importante que los instrumentos evaluativos utilizados estimulen la creatividad del alumno: *siempre debe estar claro que un error o un fracaso pueden conducir a un nuevo conocimiento*. Para que así sea, las propuestas de secuencias de aula deben incorporar siempre la evaluación crítica de los procesos y de las producciones, y las posibilidades para mejorarlas, es decir, el *rediseño* con vistas al perfeccionamiento de las producciones, corrigiendo los defectos o deficiencias detectadas.

Dispositivos de evaluación

Para que la evaluación de los aprendizajes pueda dar cuenta de la complejidad de las situaciones pedagógicas que se presentan en Educación Tecnológica, se sugiere la posibilidad de utilizar instrumentos o dispositivos muy variados, tales como:

- Cuestionarios.
- Trabajos e informes escritos, individuales o grupales.
- Puestas en común con presentaciones individuales o grupales de trabajos prácticos, procesos y productos.
- Listas de cotejo, de control, o tablas con indicadores.

Las *listas de cotejo* son un instrumento muy útil para registrar la evaluación cualitativa en situaciones de aprendizaje porque permiten al docente orientar la observación y obtener un registro claro y ordenado. Sirven para sistematizar los distintos niveles de logro de cada alumno, mediante el uso de ítems indicadores (o criterios de evaluación) y de una escala cualitativa previamente seleccionados.

A continuación se expone una tabla donde se resumen algunos indicadores posibles para la evaluación de resolución de situaciones problemáticas. Esta lista de cotejo es sólo un ejemplo que se puede

adaptar para su empleo específico en una secuencia particular. El docente también puede utilizar una tabla de este tipo, para complementar sus registros evaluativos (modificándola de acuerdo con sus propias necesidades).

| Secuencia o unidad didáctica: | Alumno: | | |
|--|----------------|-------------------------------|---------------|
| INDICADOR | FECHA | NIVEL (escala cualitativa) | OBSERVACIONES |
| Análisis y planteo del problema | | | |
| Búsqueda de datos, investigación de la información, disponibilidad de materiales | | | |
| Formulación de alternativas de solución (Bosquejo de sus ideas) | | | |
| Diseño de la solución: medios para representarla | | | |
| Planificación de las tareas y organización grupal | | | |
| Ejecución de la solución | | | |
| Ensayo o evaluación de la solución (autocrítica) | | | |
| Mejoras y rediseño | | | |
| Manual del usuario | | | |
| Presentación oral | | | |
| Trabajo en equipo | | | |
| BOLSA (buen orden, limpieza, seguridad y ambiente) | | | |
| Transferencia de contenidos a otras situaciones | | | |

Para evaluar los indicadores que aparecen en la tabla se puede usar una escala cualitativa previamente pautada para cada indicador de acuerdo con los propósitos de cada unidad didáctica, y utilizar los lineamientos del Diseño Curricular y las pautas del PEI de cada institución. El nivel esperado para estos indicadores - y la escala utilizada - estará determinado por los propósitos de la unidad de aprendizaje que estemos evaluando. Muchas jurisdicciones e instituciones ya tienen normas establecidas para estas prácticas evaluativas que el docente deberá respetar adecuando estas pautas a su contexto particular.

Auto y coevaluación en la validación de la tarea

Además de la evaluación que efectúa el docente, tanto la *autoevaluación* como la *coevaluación* son importantes para promover en los estudiantes el control metacognitivo propio de un aprendizaje autónomo. Se recomienda que las secuencias didácticas permitan la "autovalidación"; es decir, que en cada consigna figure que la verificación de los procesos o de los resultados pueda ser efectuada por el propio alumno - como parte de la situación misma - sin tener que recurrir al dictamen del docente. Un caso típico de estas situaciones es el momento de ensayos y pruebas a que los niños someten sus producciones. Los propios alumnos deben poder comprobar que su alternativa de solución "funciona". De este modo, la autoevaluación y la coevaluación se producen en forma casi espontánea y desatan procesos de reflexión metacognitiva.

Por otro lado, la *valoración*, el *ensayo*, la *prueba*, y en definitiva la *evaluación* de un producto, son parte inseparable de las etapas cualquier proceso tecnológico. Por eso, en Educación Tecnológica, uno de los contenidos específicos de aprendizaje es la *capacidad de evaluar* (y de dejarse evaluar). De modo que la autoevaluación durante todo el proceso y la coevaluación en las puestas en común son muy importantes. Por ejemplo, los alumnos deben ser capaces de evaluar críticamente su producción individual, la de su grupo y la de otros grupos, y de proponer cambios y mejoras.