

Los procedimientos de la Tecnología

3



*Ministerio de Educación
Ciencia y Tecnología*



Autoridades

Presidente de la Nación

Eduardo Duhalde

Ministra de Educación, Ciencia y Tecnología

Graciela Giannettasio

Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

Horacio Galli

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Juan Manuel Kirschenbaum

Especialista en contenido:

- Antonio Alvarez

serie/educación tecnológica

Colección

La Tecnología se instala en la escuela

Títulos

De la Tecnología a la Educación Tecnológica
Algo más sobre la tecnología...
Los procedimientos de la Tecnología
Tecnología en el aula

Colección

Los sistemas de producción se instalan en la escuela

Títulos

Diseño de productos y procesos

Colección

Las tecnologías de la información y de la comunicación se instalan en la escuela

Títulos

Control
Comunicación
Programación y Cálculo
Nuevas tecnologías de la información y de la comunicación –NTIC–

Colección

Las tecnologías de la organización y de la gestión se instalan en la escuela

Títulos

El universo cotidiano como contexto de las TOGs
La organización
La gestión

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

La serie **Educación Tecnológica**

1. El análisis de producto. La mirada crítica de la Tecnología
 - El análisis morfológico: La forma de las cosas, desde la Tecnología
 - El análisis estructural: Una mirada hacia las partes
 - El análisis funcional y el análisis de funcionamiento: La función y cómo se cumple
 - El análisis funcional
 - El análisis de funcionamiento
 - El análisis tecnológico: Las técnicas y los materiales
 - El análisis económico: Tecnología, costos y mercado.
 - El análisis comparativo: Los puntos de referencia para elegir.
 - El análisis de impacto: Tecnología, ambiente y sociedad.
 - El análisis de los cambios tecnológicos: Procesos y productos a través del tiempo
 - En síntesis
 - Algunas preguntas-guía para nuestros alumnos

2. El proyecto tecnológico. Los problemas de la vida cotidiana
 - La etapa de definición del problema: El primer paso de la solución
 - La etapa de especificación: Para mejorar la definición...
 - La etapa de diseño: La hora de la creatividad
 - Relaciones entre enfoque sistémico y diseño
 - Creatividad y diseño: Competencias centrales de la Educación Tecnológica
 - La sinéctica; aspectos generales sobre el desarrollo de la creatividad
 - La biónica
 - Ideas, dibujos y algo más
 - La etapa de organización del trabajo: La hora de la gestión
 - La etapa de ejecución del proyecto tecnológico: La construcción de modelos
 - La etapa de evaluación: El punto final de los proyectos.

A modo de cierre

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

El Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– es el ámbito del Instituto Nacional de Educación Tecnológica destinado a la investigación, la experimentación y el desarrollo de nuevas propuestas en la enseñanza del área en la escuela.

Desde el CeNET venimos trabajando en tres líneas de acción que convergen en el objetivo de reunir a profesores, a especialistas en tecnología y a representantes de la industria y de la empresa, en acciones compartidas que permitan que la Escuela Tecnológica se desarrolle de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes que coordinan tareas en el área.

Una de nuestras líneas de acción es la de diseñar, implementar y difundir **trayectos de capacitación y de actualización**. En el CeNET contamos con quince laboratorios en los que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, encuentros, destinados a cada educador y a cada miembro de la comunidad que lo desee.

- Autotrónica
- Centro multimedial de recursos educativos
- Comunicación de señales y datos
- Cultura Tecnológica
- Diseño gráfico industrial.
- Electrónica y sistemas de control
- Fluídica y controladores lógico-programables
- Gestión de la calidad
- Gestión de las organizaciones
- Informática
- Invernadero computarizado
- Laboratorio interactivo de idiomas
- Procesos de producción integrada. CIM
- Proyectos tecnológicos
- Simulación por computadora

La de la **conectividad** es nuestra segunda línea de acción; su objetivo es generar y participar en redes que integren al Centro con organismos e instituciones educativas ocupados en la Educación Tecnológica, y con organismos, instituciones y empresas dedicados a la tecnología, en general. Entre estas redes, se encuentra la que conecta al CeNET con los Centros Regionales de Educación Tecnológica –CeRET– y con las Unidades de Cultura Tecnológica instalados en todo el país.

También nos ocupa **la producción de materiales**. Hemos desarrollado dos series de publicaciones: *Educación Tecnológica*, que abarca materiales (uni y multimedia) que intentan posibilitar al docente destinatario una definición curricular del área de la Tecnología en el ámbito escolar y que incluye marcos teóricos generales, de referencia, acerca del área en su conjunto y de sus contenidos, enfoques, procedimientos y estrategias didácticas más generales; y *Desarrollo de contenidos*, nuestra segunda serie de publicaciones, que nuclea fascículos de capacitación que pueden permitir una profundización en los campos de problemas y de contenidos de las distintas áreas del conocimiento tecnológico (los quince ámbitos que puntualizábamos y otros que se les vayan sumando) y que recopila, también, experiencias de capacitación docente desarrolladas en cada una de estas áreas.

A partir de estas líneas de trabajo, el CeNET intenta configurarse en un espacio en el que las escuelas, los docentes, los representantes del sistema técnico y científico, y las empresas puedan desarrollar proyectos de innovación que redunden en mejoras para la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología.

La Serie Educación Tecnológica

Con el título **Educación Tecnológica**, estamos reuniendo desde el CeNET una serie de publicaciones que convergen en el objetivo de:

Acompañar a nuestros colegas docentes en la definición del campo de problemas, de contenidos y de procedimientos de la Educación Tecnológica, en general, y de la propia disciplina tecnológica que cada uno de ellos enseña, en particular.

Se trata de materiales introductorios, de encuadre, que van a permitirnos contar con una primera configuración del área de la Tecnología y de sus componentes fundamentales, componentes que forman parte de cada una de las disciplinas tecnológicas que enseñamos en los distintos niveles, ciclos, orientaciones, modalidades, trayectos y acciones de formación profesional de nuestro sistema educativo.

La aspiración es que este proceso de compartir marcos conceptuales y metodológicos, pueda permitir a los docentes del área de la Tecnología, encarar acciones formativas integradas y coherentes, convergentes en objetivos comunes, con profundidad y extensión crecientes, superando toda forma de atomización en los intentos de enseñar contenidos tecnológicos a los alumnos.

Educación Tecnológica se despliega en colecciones de materiales, que conservan su carácter introductorio, general y común a todas las disciplinas tecnológicas:

- *Sistemas de producción:* Provee una aproximación inicial al diseño de productos y procesos, a los sistemas de representación, a los parámetros de producción, a la información, las técnicas y las operaciones.
- *Tecnologías de la información y de la comunicación:* Permite situarse en las grandes problemáticas de la información, el control, la programación, el cálculo y las señales, integrando el enfoque de sistemas y los procedimientos de análisis y diseño.
- *Tecnologías de la organización y de la gestión:* Plantea –también desde un enfoque sistémico y combinando distintas dimensiones de análisis– clasificaciones de las TOGs y procedimientos de organización y de gestión.

El desafío es que, aún tratándose de planteos globales, cada profesor de disciplinas tecnológicas pueda integrar estos materiales al desarrollo de la asignatura que enseña, independientemente de cuál sea ésta.

En el marco de esta serie, que intenta permitir la configuración del área como campo de contenidos a enseñar y a aprender, acercamos a usted **Los procedimientos de la Tecnología**, que se ocupa de los modos fundamentales de hacer tecnología:

- el análisis de productos; y
- el proyecto tecnológico.

Procedimientos, éstos, que estructuran la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos del área, en la Escuela Tecnológica, en cada uno de los niveles y en la Formación Profesional, dando rasgos propios a nuestro trabajo en este campo curricular.

Los procedimientos de la Tecnología se integra a **De la tecnología a la Educación Tecnológica** y a **Algo más acerca de la Tecnología...**, las primeras publicaciones de la Serie, que proveen marcos teóricos y curriculares para la caracterización del área que nos reúne.

1. El Análisis de Producto: La Mirada Crítica de la Tecnología

Análisis

Es un proceso cognitivo que implica considerar, inicialmente, una totalidad integral (un objeto, un proceso artificial, en nuestro caso) para, desde ella, distinguir y separar sus partes constitutivas, hasta llegar a conocer sus elementos, determinar sus componentes, y estudiarlos con detalle y minuciosidad.

Casi todos, alguna vez, hemos realizado acciones cercanas a un **análisis de producto**; por ejemplo, cuando comenzamos a mirar con detenimiento cada uno de los objetos que se exhiben en las vidrieras de un negocio.

Lo que vamos a proponerle en estas páginas es un proceso vinculado a esta tarea de comprender productos y procesos tecnológicos, pero encarándola de un modo sistemático y exhaustivo, organizado, en el que se distinguen distintos tipos de análisis:

1. El análisis morfológico
2. El análisis estructural
3. El análisis funcional y el análisis de funcionamiento
4. El análisis tecnológico
5. El análisis económico
6. El análisis comparativo
7. El análisis de impacto
8. El análisis de los cambios a través del tiempo

Iremos deteniéndonos en cada uno de estos niveles de análisis de productos y de procesos tecnológicos.

El Análisis Morfológico: La Forma de las Cosas, desde la Tecnología

Si prestamos atención al proceso de percepción que llevamos a cabo cuando analizamos objetos, podemos coincidir en que los primeros aspectos que atraen nuestro interés son:

- su forma y
- cómo se relacionan sus partes.

Analizamos sus contornos, su perfil, sus bordes, sus colores, su textura, sus aristas, su superficie... su aspecto exterior. Estas características externas son los rasgos del objeto más próximos a nosotros.



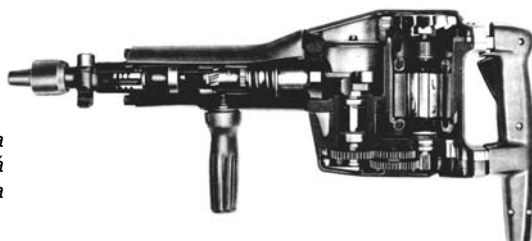
Aunque no siempre tengamos conciencia de ello, con esta primera aproximación a través de los sentidos, estamos iniciando el proceso de análisis morfológico.

Un análisis morfológico posibilita la descripción de la forma característica de los objetos y de la relación que ésta tiene con la función que cumple ese producto tecnológico.

Una primera consideración de este tipo permite trabajar y entrenar la observación, y proveer un punto de partida –inicial, global, aun no convenientemente discriminado– desde el cual ampliar los márgenes de comprensión de los objetos. Está presente en el diseño y desarrollo de nuevos objetos, en la optimización de productos que ya se comercializan, en su envase, empaque y presentación, en la publicidad...

Asimismo, permite considerar aquel componente que, en muchos productos, cumple la función de “cáscara” que envuelve las partes que están más involucradas con el funcionamiento, cubriendo el motor, los mecanismos, las partes electrónicas o eléctricas.

A partir del análisis morfológico, los alumnos van detectando que, en los objetos de uso corriente, esta cáscara o caparazón suele ser particularmente atractiva; que sus dimensiones y formas tienen relación con el usuario a quien va destinado el producto; también, que existe infinidad de formas posibles y numerosas tipificaciones o clasificaciones morfológicas de los objetos.



Muchas veces, la forma exterior de un producto está relacionada con su estructura

Este proceso de conocimiento tecnológico que comienza con la observación, y que va incorporando saberes y nueva información, tiene un momento de comunicación. Y es el **dibujo** el lenguaje más adecuado para esto (aun cuando es posible completarlo –fundamentalmente, cuando se trata de personas que realizan sus primeras experiencias con sistemas de representación– con la descripción oral o escrita de lo observado; progresivamente, las posibilidades de representación van avanzando, de modo tal que las descripciones complementarias no sean necesarias y el dibujo tenga total autonomía de otros lenguajes).

El dibujo como representación de procesos y productos tecnológicos, es un contenido específico de la Educación Tecnológica y exige una actividad cognitiva complementaria al análisis, que es la síntesis; porque, toda representación recompone la totalidad del producto tecnológico por ella comunicado, integrándolo con aquellos datos considerados fundamentales para dar cuenta de su forma.

En nuestras clases...

Los alumnos encaran un **análisis morfológico** cuando, por ejemplo:

- Analizan campañas publicitarias de productos, en las que su forma constituye el eje de la promoción.
- Consideran los modos de comunicar las particularidades externas de un objeto, para ir avanzando hacia sistemas de representación más descriptivos y precisos, mediante el dibujo técnico.
- Relevan información acerca de tareas de desarrollo o de optimización morfológica de productos, encaradas por empresas de la zona.

Análisis Morfológico

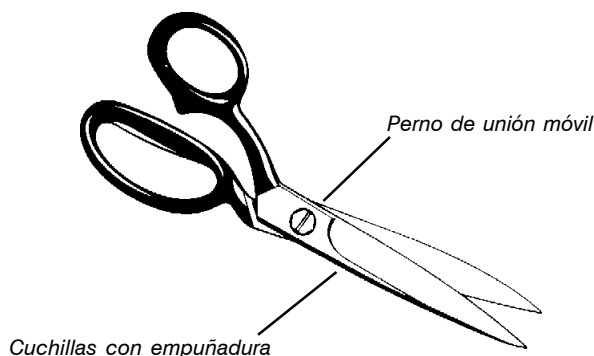
Es el estudio de la forma y de las características externas.

El Análisis Estructural: Una Mirada hacia las Partes

Cuando profundizamos nuestro conocimiento sobre los objetos, nos encontramos con otra característica que nos sirve para su comprensión y descripción, la estructura.

En el **análisis estructural** nos interesa observar los componentes de un producto tecnológico, para ir comprendiendo cómo están distribuidos y cómo se relacionan.

Consideremos un objeto simple: la tijera.



¿Cómo está concebido este producto? ¿Qué partes lo componen?

Estructura

Es el conjunto de partes de un producto o un proceso, ingeniosamente distribuidas y vinculadas de tal manera que forman un todo, que sustenta o soporta la obra. La tecnología se ocupa, justamente, de crear este componente.

En esta tijera es posible detectar tres piezas, que no se integran de cualquier forma, sino de un modo articulado. Dos tienen los bordes cortantes y los ojales para introducir los dedos de la mano que operará la herramienta. La tercera es un perno que vincula las otras dos piezas en su parte media y permite que se muevan para poder efectuar cortes.

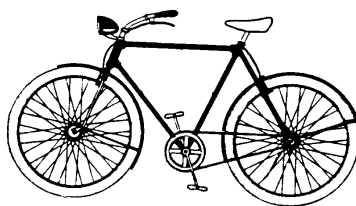
Esto nos está hablando de una organización entre las partes, de una estructura, de un conjunto de piezas que interactúan para cumplir con la función para la que el producto total fue diseñado.

Determinar las partes de un objeto no siempre es una tarea sencilla: implica que integremos un importante caudal de conocimientos. Por esto, cuando un objeto es desconocido, no es posible –inicialmente– detectar sus componentes; en cambio, cuando nos familiarizamos con él, cuando lo consideramos desde distintos puntos de vista, lo manipulamos o desarmamos, lo comparamos con otros objetos, resulta posible identificar mejor sus piezas y encuadrarlas en una perspectiva estructural.

Parte

Es una porción del todo; cada uno de los aspectos que se pueden considerar en un producto tecnológico.

Es así como este análisis de estructuras se entrecruza con otros tipos de análisis, que iremos desarrollando a partir de aquí. En conjunto, no constituyen un proceso lineal –tipo de análisis tras tipo de análisis– sino una dinámica de integración constante de los distintos aspectos: morfológicos, estructurales, funcionales, técnicos, históricos... El análisis estructural no resulta sencillo si lo aislamos del análisis de funcionamiento; y éste, a su vez, es difícil si no contamos con información que permita determinar las partes que integran el producto.

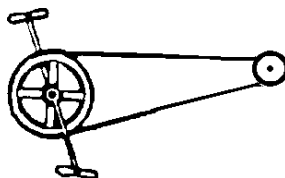


Esquema A

El nivel de detalle del análisis estructural de un objeto está relacionado con su objetivo.

En el esquema A queremos saber qué es una bicicleta.

En el esquema B, queremos saber qué es una polea.

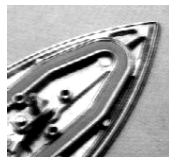
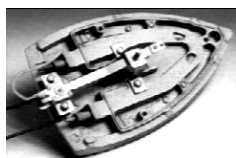


Esquema B

En nuestras clases...

Los alumnos encaran un **análisis estructural** cuando, por ejemplo:

- Observan productos, los representan y señalan sus partes.
- Despiezan el objeto o lo desarman para “observar la estructura”.
- Indican cómo se articulan las piezas entre sí las piezas que componen un producto y de qué manera cada una de ellas contribuye a la función global del objeto o al objetivo central del sistema.
- Analizan manuales del usuario para reconstruir la estructura de un producto tecnológico determinado, ya no a partir del objeto concreto sino de sus referencias.
- Identifican las partes que, en distintos objetos, cumplen la misma función.
- Indagan los cambios en las partes de esos objetos, en distintos momentos históricos.



Muchas veces, las partes internas de los productos tienen características comunes; pero su finalidad exige adecuaciones en su estructura

Función

Cuándo analizamos la función de un objeto, preguntamos:

- ¿Para qué sirve?
- ¿Qué podemos hacer con el objeto?
- ¿Cuál fue la finalidad que le atribuyó quien lo diseñó?
- ¿Cuál es el uso que le asigna el usuario?.

El Análisis Funcional y el Análisis de Funcionamiento: La Función y cómo se Cumple

El Análisis Funcional

Todo objeto es una construcción humana que tiene una finalidad determinada; en otras palabras, está hecho para cumplir una función.



Un producto puede tener funciones principales y otras que el usuario le ha asignado a través del tiempo.

No debe confundirse función con funcionamiento (término que veremos más adelante).

El concepto de función es polisémico (función expresiva, utilitaria, etc.). Si en el arte se privilegia la función expresiva, en tecnología, los objetos generalmente persiguen una función utilitaria, es decir, sirven para algo.

Funcionamiento

Cuando hacemos referencia al funcionamiento, nos cuestionamos acerca de las razones o principios que provocan que el producto lleve a cabo su función.

Nos preguntamos:

- ¿Cómo funciona como unidad?
- ¿Cómo funciona cada parte?
- ¿Cuáles son las características técnicas de estas partes?
- ¿Cómo están relacionadas?

Muchas veces sucede que el producto tiene más de una función y esto nos lleva a diferenciar las funciones principales de las secundarias.

En ocasiones, el uso y la relación con el usuario determinan que aparezcan nuevas funciones que no estaban previstas en el momento de concebir el producto. Por ejemplo, si consideramos un taburete, su función principal es permitir al usuario que pueda sentarse en él; sin embargo, también podría utilizarlo como una pequeña escalera para alcanzar objetos que están inaccesibles. Con frecuencia, un cuchillo puede ser utilizado como cortapapeles o un teléfono inalámbrico como micrófono, para un periodista transmitiendo un reportaje. Todas estas son aplicaciones secundarias que no estaban en la mente del diseñador a la hora de concebir el producto y que, tal vez, vayan incorporándose en los diseños consecutivos.

El Análisis de Funcionamiento

Si bien función y funcionamiento son palabras parecidas, no son la misma cosa.

El análisis de funcionamiento hace referencia a la forma en que el objeto cumple su función. Con este análisis se busca determinar los principios de funcionamiento, la explicación de cómo funciona, el tipo de energía y el consumo que requiere su operación, el costo operativo, el rendimiento del producto, etc.

En los siguientes párrafos incluimos el desarrollo de un ejemplo (*Alvarez, A. Y Marey, G.; Tecnología 9, Buenos Aires, AZ.*)

“Para tener agua caliente en nuestra casa podemos recurrir a diferentes alternativas energéticas. Una forma es disponer de gas para que, al lograr la combustión con el aire, se produzca el calor necesario para mantener el agua caliente. Esto se lleva a cabo en los tradicionales ‘calefones’ que vemos en muchos hogares.

Otra manera podría ser usando energía eléctrica; entonces, hacemos pasar ésta por una ‘resistencia’ y logramos su transformación en calor.

Una tercera modalidad podría ser con la energía solar, utilizando las instalaciones necesarias para su captación (celdas solares) y transfiriendo esa energía calórica al agua.

Cada uno de estos tres calefones permite satisfacer la misma necesidad, logran calentar el agua (podemos, así, dar respuesta a la pregunta **¿para qué sirve?**). Pero difieren en que cada uno tiene un equipamiento particular, conformado por algunas piezas iguales o parecidas y en que funcionan de diferente manera (aquí nos preguntamos **¿cómo lo hace?**). Nos encontramos así con un ‘calefón solar’ que ‘funciona’ de distinta forma que uno ‘a gas’ o que uno ‘eléctrico’. Los productos tecnológicos pueden cumplir la misma función, basándose en principios de funcionamiento distintos”.

Este ejemplo nos permite diferenciar el concepto de función del concepto de funcionamiento.



Calefón



Expendedor
de agua



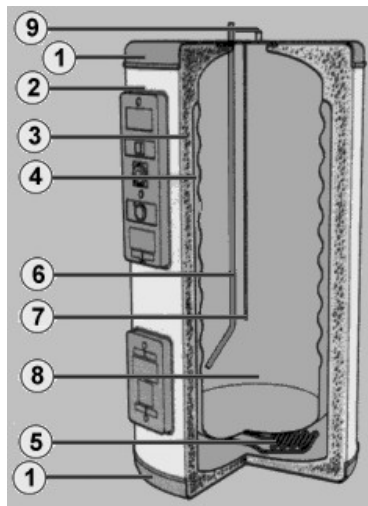
Pasteurizador

Por otra parte, mediante objetos que tienen características similares, podemos lograr distintos propósitos.

Teniendo en cuenta la relación que existe entre estructura y funcionamiento se puede plantear, globalmente, el análisis estructural y el de funcionamiento (**Análisis estructural y de funcionamiento**). En este caso, tenemos en cuenta el elemento en sí y, a la vez, su incidencia en el funcionamiento del producto.

Cada elemento contribuye a que el producto desarrolle su función

1. Cubierta P.V.C.
2. Forro skay acolchado.
3. Aislamiento térmico de poliuretano inyectado.
4. Circuito envolvente de calentamiento (ST-37).
5. Resistencia eléctrica de calentamiento (AISI-321).
6. Tubo entrada agua fría P.V.C. (100 °C).
7. Sonda sensores termostatos (AISI 316).
8. Depósito acumulador A.C.S. (inoxidable AISI-316)
9. Conexión circuito secundario.



El Análisis Tecnológico: Las Técnicas y los Materiales

El **análisis tecnológico** centra su atención en las ramas de la tecnología que se integran en la concepción y en la fabricación de un producto; considera, así, los materiales que serán transformados a través del uso de herramientas, y siguiendo determinadas acciones y procedimientos, para lograr un producto.



Una silla puede ser diseñada pensando que se va a construir artesanalmente, a partir del trabajo del material (madera) con herramientas sencillas y con una gran intervención de las habilidades de quien la construye.



Pero, también podría diseñarse con vistas a una fabricación masiva por medios industriales; utilizando máquinas para accionar las cuales no interesa demasiado el conjunto de las habilidades manuales del operador a cargo de la producción.

El **análisis tecnológico** despliega preguntas tales como:

- ¿Qué técnicas se utilizan –o podrían utilizarse– para producir, gestionar, comercializar... el producto que se está analizando?
- ¿Con qué procedimientos se fabrica el producto?
- ¿Cuáles son las herramientas y máquinas que se utilizan? ¿Están disponibles? ¿Se requiere de otros que las tienen disponibles?
- ¿Qué materiales son accesibles –por costos y traslado– para producir ese objeto? ¿Cuáles ofrecen las mejores condiciones para aumentar la rentabilidad de la empresa, la durabilidad del producto, una menor contaminación ambiental...?
- Las técnicas que se han desarrollado, ¿se adecuan a los materiales elegidos?
- Los procedimientos de producción para el producto que se quiere desarrollar, ¿son los mejores?

El Análisis Económico: Tecnología, Costos y Mercado

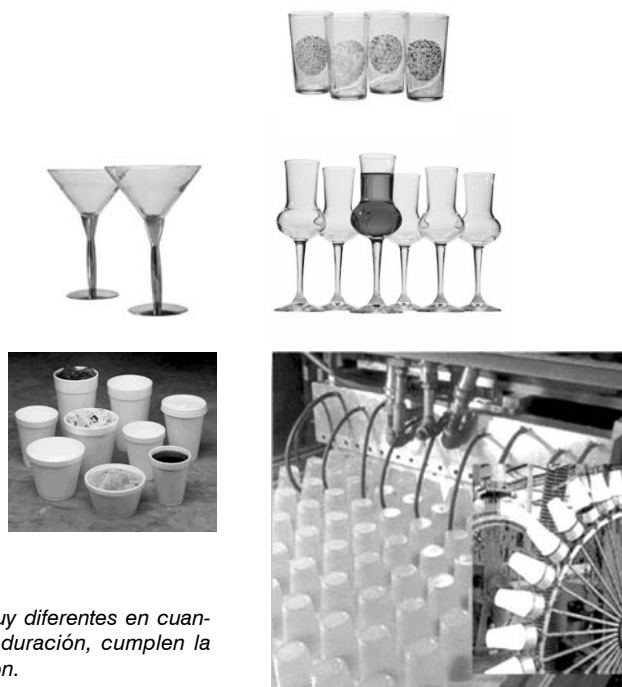
La tecnología y los productos que de ella se derivan, son elementos de mercado, por lo que tienen un precio. Así, siempre que hablamos de tecnología, también estamos hablando de dinero.

Son muchos los factores relacionados con el **análisis económico** de productos; nombraremos algunos:

- Los costos de fabricación; éstos incluyen los costos de las materias primas, del transporte, de la amortización de la infraestructura y del equipamiento (máquinas, herramientas, etc.), de la energía, de la mano de obra, del embalaje, de la comercialización, etc.
- La duración del producto, el servicio posterior a la venta, el tiempo de reposición para el usuario.
- El valor social –el producto puede ser símbolo de bienestar o lujo–.
- La posibilidad de venderlo en el mercado interno o de exportarlo.
- La relación costo/beneficio de su producción y su rentabilidad.

La novedad, la originalidad, la demanda del producto, el valor agregado en conocimiento, en procesos de producción, comercialización, propaganda, etc., son algunos de los elementos que inciden en el valor final de los objetos, por lo que la evaluación de estos aspectos constituye un punto de reflexión importante en Educación Tecnológica.

Existen productos que se diseñan para ser usados una sola vez y, luego, desechados; se los conoce como productos descartables. Éstos se fabrican con materiales de bajo costo y la producción en serie es de grandes lotes, por lo que los gastos y, por ende, su costo resultan mínimos.



Productos muy diferentes en cuanto a costo y duración, cumplen la misma función.



Algunos productos pueden usarse durante años; si analizamos sus materiales, veremos que son más caros que los de los productos descartables que cumplen su misma función

En nuestras clases...

Los alumnos encaran un **análisis económico** cuando, por ejemplo:

- *Analizan situaciones de costo/beneficio: ¿cuál es el sentido de desarrollar la leche larga vida? O ¿por qué se agregan conservantes a los alimentos?*
- *Diseñan una innovación que permita agregar valor a un producto de la zona, sea éste artesanal o industrial.*

El Análisis Comparativo: Los Puntos de Referencia para Elegir

El conocimiento tecnológico y los productos que de él derivan se desarrollan a partir de procesos relativamente complejos en los que las mismas demandas son resueltas de distinto modo. El **análisis comparativo** permite reconstruir y estudiar las distintas maneras tecnológicas con las que se puede resolver un mismo problema.



El problema de la cocción de los alimentos tiene distintos modos de solución: en la cocina microondas, un sistema de radiación electromagnética sustituye al fuego –de la cocina convencional–, para los procesos de cocción.

El hecho de lograr distintas respuestas a un problema, permite agrupar productos y conformar “familias” –o tipologías– de artefactos que se relacionan entre sí y que se pueden comparar en términos de historia, de creatividad y originalidad, de eficiencia, de disponibilidad de recursos...

Las vidrieras de los comercios representan un valioso ejemplo de familias de productos. Si nos detenemos en un negocio dedicado a la venta de electrodomésticos, por ejemplo, podemos observar cuatro o cinco objetos de similares funciones, a veces tan parecidos en lo formal que resulta difícil identificarlos.

Pero, seguramente, algunos de ellos proponen soluciones –o partes de solución– que no ofrecen los demás. Esta suele ser su ventaja comparativa respecto de la competencia y el punto sobre el que podemos poner énfasis en muchos de nuestros análisis tecnológicos. De estos rasgos da cuenta el **análisis comparativo**.

Cuando este tipo de análisis se realiza en la escuela, nuestro propósito es que los alumnos logren identificar las características específicas que definen con mayor claridad a un producto y las comparen con las de otros productos que cumplen funciones similares.

El Análisis de Impacto: Tecnología, Ambiente y Sociedad

Cuando hacemos el análisis de los productos tecnológicos, no podemos dejar de lado su impacto, tanto en el entorno social como en el ambiental. Como premisa, debemos considerar que todo producto tecnológico es capaz de incidir –tanto positiva como negativamente– en el ámbito en el que cumple su función.

El automóvil es un ejemplo clásico que representa esta dualidad de efectos: por un lado, ha permitido mejorar las condiciones de transporte de las personas y la comunicación entre la gente, posibilitando arribar a lugares que antes eran prácticamente inaccesibles; jornadas de viaje que llevaban meses, ahora se reducen a pocas horas; vidas humanas que se perdían por falta de asistencia médica, ahora se salvan por los sistemas de transporte médico-hospitalario; en fin, hoy nadie pone en duda que el automóvil ha ayudado mucho al progreso de la civilización humana. Sin embargo, también padecemos cotidianamente sus efectos negativos: congestión en el tránsito urbano, altos índices de contaminación, ruidos molestos, accidentes...



Hay impactos que, en el momento de diseñar un nuevo producto, ni siquiera se sospecha que puedan producirse.

Sin embargo, a la hora de proyectar, poner en acción una determinada solución tecnológica o de lanzar al mercado un producto nuevo, no siempre se considera su impacto negativo.

El **análisis de impacto** es un punto central de reflexión en una formación en cultura tecnológica: nuestros alumnos deben aprender a evaluar, con juicio crítico, los efectos que la tecnología puede traer a los seres vivientes y al planeta en su conjunto.

El Análisis de los Cambios Tecnológicos: Procesos y Productos a través del Tiempo

Los productos tecnológicos –al igual que las personas– también tienen su historia. El **análisis histórico** se dedica a la búsqueda de los antecedentes, a la reconstrucción de los orígenes del producto y a sus cambios a través del tiempo.

Todo producto tecnológico ha tenido un momento de concepción, uno de aceptación y uno de “fulgor social”, para luego envejecer y tornarse obsoleto.

Este ciclo marca la historia del producto, la que es enfocada en este análisis.

En el **análisis histórico** no sólo se consideran los objetos tecnológicos en sí, sino el proceso de transformaciones que comienza a desarrollarse desde el primero hasta el último producto que cumple la misma función social. En este proceso de cambios se integran las sucesivas innovaciones de la tecnología con los cambios culturales, configurando una reconstrucción de la historia misma del hombre.

Indagar y analizar la historia de un producto en una sociedad, en un tiempo determinado, nos permite preguntarnos por los usuarios, sus modos de vida, sus hábitos y valores; descifrar si el producto era de uso extendido o restringido; profundizar acerca de las técnicas con las que se produjo, los recursos que se utilizaron, la organización que establecieron los que lo desarrollaron, los motivos, necesidades e intereses que impulsaron a su creación y a sus transformaciones.

Un análisis histórico resulta fundamental porque la tecnología constituye uno de los componentes universales más importantes de la cultura de todos los pueblos. Cada cultura, en toda época y lugar, ha desarrollado una base tecnológica que le permitió resolver las demandas más urgentes y acuciantes para su subsistencia: alimento, protección, suministro de agua, seguridad, defensa, salud, etc, lo que promueve que arqueólogos y antropólogos den un valor muy importante a este aspecto de la cultura humana y, como tal, el análisis histórico también debe ocuparse en incorporar algunos de estos elementos del pasado, en la actividad cotidiana de aula-taller de Tecnología.

La historia de un producto nos muestra la historia del hombre



En Síntesis

Existen distintas formas de «mirar» o de analizar un producto tecnológico. Lo podemos considerar desde su forma, su estructura, su funcionamiento, las técnicas que se utilizaron para su construcción, su historia...

El **análisis de producto** nos enseña a comprender, organizadamente, los distintos aspectos que confluyen en cada objeto tecnológico para comprenderlo en toda su complejidad, por lo que constituye una mirada sistémico-relacional hacia el mundo de la Tecnología.

Ahora... cuando se trata, ya no de analizar un producto existente, sino de diseñar uno nuevo, comenzamos a adentrarnos en el segundo de los procedimientos del área: el **proyecto tecnológico**.

Algunas preguntas-guía para nuestros alumnos

- **Para un análisis morfológico:**
¿Cuáles son las diferencias formales (o de forma) que se pueden detectar en tres productos de similares funciones que, por ejemplo, estén exhibidos en la vidriera de algún comercio? Te sugerimos efectuar un listado de estas diferencias, jerarquizándolas según su importancia, a tu criterio.
- **Para un análisis estructural:**
Centrándote en uno de los productos analizados, ¿cuáles son sus partes constitutivas y cómo se relacionan entre sí?
- **Para un análisis de la función y análisis del funcionamiento:**
En el producto que estás analizando, ¿cuál es su función o funciones principales? Y, ¿cuáles son las que podrían considerarse secundarias o menos importantes?, ¿el usuario, le ha asignado funciones que no estaban previstas en el proyecto original de ese objeto?
¿Qué tipo de energía requiere el producto?, ¿cómo es su consumo de energía, en relación con otros productos similares?
- **Para un análisis estructural y de funcionamiento:**
Basándote en los componentes que describiste en el análisis estructural, ¿qué función cumple cada uno de ellos?, ¿de qué modo contribuye al funcionamiento del producto?
- **Para un análisis tecnológico:**
¿Cuáles son los materiales que se han utilizado para construir el producto que venís analizando?, ¿qué características tienen?
¿Cómo se le dio forma a estos materiales?, ¿qué herramientas se necesitaron?
- **Para un análisis económico:**
Compará los precios de, por lo menos, cinco productos de distintas marcas, de funciones similares al que estás analizando.
¿Qué razones creés que marcan la diferencia de precio que poseen?
¿Se justifica comprar el más caro?, ¿por qué?
- **Para un análisis comparativo-tipológico:**
Si comparás esta variedad de productos de diferentes marcas, ¿qué similitud observás entre ellos en lo formal, en lo funcional, en lo estructural, en lo constructivo y en lo económico?
- **Para un análisis de impacto:**
¿Creés que los productos que estás analizando, producen contaminación al funcionar?, ¿tienen algún dispositivo para reducir este efecto?
- **Para una reconstrucción de los orígenes y la evaluación histórica del producto:**
Te pedimos, finalmente, que indagues cómo han sido los productos anteriores a los que analizaste. ¿Podrías explicar cuáles fueron los pasos más importantes en su transformación a través del tiempo?, ¿qué necesidades, demandas u oportunidades creés que dieron origen a estos productos?

2. El Proyecto Tecnológico: Los Problemas de la Vida Cotidiana

Proyecto Tecnológico

El proyecto tecnológico es un procedimiento que utiliza la Tecnología para crear y elaborar un producto o un proceso tecnológico.

Desde el punto de vista metodológico, existen una gran cantidad de herramientas procedimentales que se utilizan a la hora de trabajar en Tecnología; pero, tal vez la más conocida de todas, la que encierra mayor nivel de integración operacional, es la que denominamos **Proyecto Tecnológico**, a partir de la que es posible resolver problemas de manera eficiente y ordenada, desde un encuadre sistémico.

En este apartado, realizaremos una descripción general de este procedimiento –que se vincula fuertemente con el de análisis de producto– y pondremos especial énfasis en los aspectos relacionados con la creatividad y el diseño de productos, que constituyen el núcleo central del desarrollo de un proyecto desde el aula-taller de Tecnología.

Así como en el análisis no hay un único recorrido posible, en el proyecto tecnológico, tampoco; las etapas que lo configuran pueden tener distintas características y diferente orden. Por esto, no existe una única forma de desarrollar un proyecto, sino tantas como las distintas variantes de organización nos puedan permitir.

Sin embargo, en todo proyecto tecnológico hay diferentes etapas ordenadas de distinta manera, entre las que podemos señalar:

- La percepción y definición del problema.
- El análisis del problema; la especificación.
- La propuesta de alternativas de solución; el diseño.
- La organización del trabajo.
- La construcción de modelos.
- La evaluación del proyecto.

En los siguientes apartados veremos algunos elementos descriptivos de estas etapas y comentaremos sus posibilidades de trabajo en el aula de Tecnología.

La Etapa de Definición del Problema: El Primer Paso de la Solución

Cotidianamente, se nos presentan problemas y necesidades prácticas a las que tenemos que dar solución. El primer paso para lograr la comprensión de un problema tecnológico consiste en definirlo correctamente.

Con esto nos referimos a la percepción global de ese problema, a su reelaboración, a su especificación y a su posterior redefinición, como etapas previas a una búsqueda de una solución.

En este sentido, parte de la identificación del problema consiste en tratar de interiorizarnos acerca de cómo se han resuelto casos similares con anterioridad, consultar en centros de información, o bien reconstruir mentalmente cómo actuamos nosotros mismos en otra oportunidad análoga.

Este paso inicial del proyecto tecnológico es, entonces, la búsqueda de antecedentes sobre el problema; la información ocupa un lugar fundamental en esta etapa ya que permite definirlo o especificarlo mejor.

Como podemos ver, la búsqueda de información es una tarea muy importante dentro del trabajo con proyectos tecnológicos.

Existen una gran cantidad de lugares en los que podemos encontrar información que sea útil para los proyectos. En la biblioteca de la escuela o en bibliotecas públicas; en bibliotecas convencionales o digitales; en libros y revistas especializadas en el tema que estemos trabajando; en sitios *web* de centros de investigación que trabajen en tecnologías como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) o el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) si estamos trabajando con proyectos agrarios; en los centros de investigación como los del CONICET; en las facultades de ingeniería, de diseño industrial, de arquitectura.

La Etapa de Especificación: Para Mejorar la Definición...

Otro momento central, una vez comprendida la naturaleza del problema, es definir sus límites, su alcance o la demanda a la que debemos responder.

En esta etapa del proyecto centramos nuestra atención en precisar el problema al que debemos intentar dar una respuesta. No estaremos en condiciones de generar soluciones si previamente no hemos podido definir los límites de nuestro problema; y, para esta tarea, cuantos más datos tengamos, más fácil será lograr una resolución creativa y satisfactoria.

La definición de la naturaleza del problema y su especificación técnica –con la determinación de sus límites–, son dos acciones distintas dentro de la etapa de definición del problema.

Para aclarar estos aspectos, centrémonos en un ejemplo:

Hemos constatado los inconvenientes que tiene el recolector municipal cuando debe recoger las bolsas de residuos, y hemos detectado la necesidad de contener a éstas en un lugar que sea adecuado y accesible, para que pueda retirarlas con comodidad y depositarlas en el camión.

Esto es lo que denominamos la situación problemática y la formulación del problema, en sí mismo.

Hasta aquí tenemos una demanda insatisfecha. Ahora, debemos definir con mayor precisión el problema por ella generado. Entonces, uno de nuestros primeros pasos puede consistir en analizar: si en todos los barrios de la ciudad, la tarea de recolección se realiza del mismo modo; si en todos los hogares utilizan bolsas u otro tipo de recipiente para guardar los residuos; si hay que considerar la presencia de animales vagabundos cuyo acceso a los residuos tendríamos que evitar.



Para definir o especificar un problema tecnológico se necesita el mayor caudal de información posible.

Especificaciones del Problema Tecnológico

Son los datos que nos permiten pasar de la detección de una necesidad, a su formulación en cantidades mensurables.

Al precisar estos aspectos, ya conocemos mucho mejor los límites de nuestro problema, por lo que también se le suele llamar a veces a esta etapa, de especificación.

Una definición precisa requiere, esencialmente, de números.

Preguntas tales como:

- ¿Qué cantidad...?
- ¿Qué dimensiones máximas y mínimas son admisibles...?
- ¿Qué costos máximos y mínimos...?
- ¿Qué tipo de distribución...?

nos ayudan a introducirnos –a nosotros y a nuestros alumnos– en la problemática del dimensionamiento y de la definición del problema que queremos resolver.

La Etapa del Diseño: La Hora de la Creatividad

Una vez que hemos especificado con claridad la necesidad-problema y que hemos integrado todos los datos que ha sido posible, ha llegado la hora de poner en práctica nuestra creatividad.

Diseño

Proceso mental que nos permite elaborar, a partir de la información que hemos recogido para lograr proposiciones y predicciones de una determinada solución, en nuestro caso, tecnológica.

Hemos entrado en la **etapa del diseño**.

El diseño es la parte creativa del proyecto tecnológico, porque es aquí donde, a partir de la información que hemos consultado y del conocimiento de la situación en la realidad, realizamos nuestra propia respuesta al problema.

Pero en primer lugar, aclaremos un poco qué entendemos por diseñar.

Una definición de «diccionario» nos dice: *Diseñar es concebir un plan mental para realizar alguna cosa.*

La información que recogemos, las sensaciones que percibimos de nuestro entorno, las demandas sociales y el “espíritu” de la época, los intereses personales y nuestra propia creatividad pueden converger en un proceso que se proyecta hacia adelante y que culmina en una propuesta que será el origen de un producto tecnológico determinado.

Si consideramos el proceso de diseño desde una perspectiva sistémica, podremos comprender que la acción de planificar y generar líneas de desarrollo hacia delante, también aparece en los sistemas sociales, políticos, gestionales, etc. El diseño no es una acción privativa del campo tecnológico.

El proceso de diseño, como actividad humana de planificación, requiere de la recopilación y del ordenamiento de la información en el estado actual y presente de las cosas que nos rodean, y su procesamiento de acuerdo a modelos e ideas que tenemos en nuestra mente o que existen en nuestra cultura para proponer, un plan de acción que conduzca hacia alguna clase de intervención en esta situación. La intervención de la que hablamos puede llevar a la modificación del estado de las cosas o

bien puede proponer la incorporación de algún elemento totalmente nuevo en el horizonte de nuestra realidad.

Se podrá tratar de un objeto totalmente nuevo, de un cambio organizacional, de una nueva configuración de objetos conocidos o de una combinación de todas estas cosas. En cada situación, el proceso de diseño constituye una actividad mental de gran potencia integradora y creativa que, en la enseñanza de la Tecnología adquiere un rol central a la hora de trabajar en proyectos tecnológicos, ideando e introduciendo cambios que lleven hacia el desarrollo de las nuevas tecnologías y los nuevos escenarios del mundo futuro.

Relaciones entre Enfoque Sistémico y Diseño

El enfoque sistémico nos permite comprender el funcionamiento de las cosas desde una visión estructural y funcional. Esta visión totalizadora se constituye en un elemento esencial para la resolución del problema tecnológico al que se enfrenta quien debe diseñar una solución adecuada.

Como plantea Kipling, la comprensión significativa y amplia de los problemas requiere de una percepción que se sustente “un paso más allá o afuera” de la situación en sí misma, para lograr tener la percepción del todo.

Si el planteo busca como solución la construcción de una mesa, se requerirá de una integración de saberes y principios que trascienden enormemente al simple proceso técnico de construir una mesa.

Solamente el trabajo basado en esta visión y percepción sistémica de la situación problemática, en conjunto con el conocimiento de una cantidad importante de aspectos y principios relacionados, permitirá la apertura de nuevos caminos de indagación y exploración que lleven a propuestas originales y rupturas de códigos tradicionales, para dar lugar a la aparición de nuevos modelos y soluciones que configuren respuestas innovadoras a la demanda en cuestión.

Consideremos un ejemplo en el que un profesional del diseño que da una visión amplia al requerimiento de un cliente que le plantea la necesidad de un escritorio para su estudio-oficina.

A partir de la demanda, se traslada hacia el lugar de trabajo y observa que:

- las dimensiones del lugar son de 6 m de ancho por 10 m de largo;
- existen una serie de muebles dispuestos de determinada manera;
- el estilo del conjunto del mobiliario es de líneas futuristas;
- su cliente se tiene que parar y sentar con mucha frecuencia;
- normalmente, atiende a grupos de tres o cuatro personas;
- maneja gran cantidad de papeles que tienen distinta prioridad de atención;
- tiene documentos de confidencialidad;
- tiene una butaca amplia;
- tiene como elementos de escritorio: una computadora, una bandeja de documentos, una carpeta de escritorio, lapiceros, agenda, teléfono;
- necesita marcar su jerarquía en función del cargo;
- necesita un cierto nivel de intimidad, pero sin perder la visión de la oficina;

El Enfoque Sistémico

El proceso de diseño implica una serie de operaciones complejas de análisis y de síntesis. El enfoque sistémico constituye un aspecto central del proceso inicial de diseño, en el que los alumnos deben aprender la importancia de encuadrar el problema desde la mayor cantidad posible de perspectivas.

- el mueble debe durar al menos cinco años para un ritmo de trabajo continuo de doce horas.

A partir de este listado, advertimos que el profesional no se conforma con reproducir un modelo estándar de mobiliario, sino que va a realizar un trabajo original, una solución a medida.

Cuanto mayor sea la cantidad de variables a integrar en el planteo del problema, seguramente la solución será mejor, y también la originalidad y funcionalidad del diseño.

Creatividad y Diseño:

Competencias Centrales de la Educación Tecnológica

La cuestión de la creatividad es una de las que aparece más fuertemente asociada a la problemática general de la tecnología, por lo que su lugar es central en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Es sumamente importante comprender que el desarrollo tecnológico se sustenta, esencialmente, en la posibilidad de generar soluciones y/o productos que, continuamente, agreguen un factor de innovación y proposiciones originales a las demandas que plantea la realidad cotidiana.

La vinculación entre la tecnología y el acto creativo ha sido comprendida desde hace ya algunos años por el mundo de la empresa y, de una manera tal vez un poco más lenta, por los sistemas educativos de distintos lugares del mundo. Desde mediados de los setenta, empresas tan importantes como *IBM, Xerox, General Motors, Dow Chemical, Sylvania y General Electric* iniciaron programas obligatorios de solución creativa de problemas dirigidos a sus ingenieros y técnicos –no solamente de desarrollo, sino también de gestión y mantenimiento–. Poco tiempo después, varias Universidades importantes de los Estados Unidos –como la de Nebraska, la UCLA, la Universidad de Washington, la Universidad de Harvard, la Fundación Rockefeller y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)–, incorporaron cursos de creatividad y de pensamiento productivo orientados a la enseñanza y al aprendizaje de la Tecnología.

En pocos años esto llegó a las escuelas de nivel secundario y primario, y hoy ya nadie duda de la importancia que el proceso creativo tiene en el desarrollo de las sociedades y de la necesidad de su inclusión en las escuelas, desde los primeros ciclos.

Los siguientes párrafos están extraídos de un artículo sobre educación en EE.UU.:

“En nuestro país, cada vez más docentes han estado discutiendo sobre si se puede desarrollar deliberadamente la habilidad imaginativa para la solución de problemas por medio de la instrucción y de la práctica. La investigación científica hoy nos puede ayudar a resolver este interrogante.

Los exámenes previos y posteriores, ya nos habían indicado que los cursos sobre solución creativa de problemas habían permitido a los alumnos mejorar su capacidad de producción de ideas originales en un 75 %. Durante cuatro años, la *Creative Education Foundation*, ha realizado una extensa investigación en varias universidades de los Estados Unidos y en especial en Buffalo. La serie de estudiantes se tomó de

un curso desarrollado expresamente con este propósito al que concurrieron numerosos alumnos.

Desde hace ya más de quince años, estos cursos han sido tomados por más de 1200 alumnos en esta localidad y más de 1600 ejecutivos...” (Parnes, Sidney J.; “¿Puede incrementarse la creatividad?”. *Creative Education Foundation*).

La Sinéctica. Aspectos Generales sobre el Desarrollo de Creatividad

A partir de esta toma de conciencia, de que el desarrollo del pensamiento creativo tiene un valor central en la Educación Tecnológica, comienzan a ponerse en cuestión tanto la actividad tecnológica empresaria como la educativa y a desarrollarse planteos pedagógicos que pretenden integrar, a estas actividades, estrategias que faciliten el desarrollo de competencias asociadas a la creatividad y al pensamiento productivo.

“En 1962, *Hydrocarbon Processing*, una publicación de refinación de petróleo organizó un seminario sobre creatividad destinado a contestar preguntas tan elementales –y, sin embargo, tan importantes– como: ¿qué es la creatividad?, ¿cómo es el técnico creativo?, ¿puede enseñarse creatividad a un ingeniero que no es naturalmente creativo?

Dedicándose principalmente a identificar los rasgos de los individuos creativos, Charles H. Vervalin resume muchas de las características que más se repiten de la personalidad de los individuos considerados ‘creativos’.

La creatividad es el proceso de presentar un problema a la mente con claridad (ya sea imaginándolo, visualizándolo, suponiéndolo, meditando, contemplando, etc.), y luego originar o inventar una idea, concepto, noción o esquema según líneas nuevas o no convencionales. Supone estudio y reflexión, más que acción.

En otras palabras, para lograr algo nuevo o diferente toda persona debe descubrir una combinación o aplicación hasta entonces desconocida para ella. Esta combinación puede incluir algún aparato, mecanismo, ley fundamental existente, efecto o cambio de atributos tales como tamaño, forma, color, capacidad, etc. La creatividad es, entonces, el resultado de una combinación de procesos o atributos que son nuevos para el creador.

El proceso creativo puede describirse concretamente y, además, a partir de esta descripción se podrán hacer propuestas metodológicas que estimulen el desarrollo de la creatividad en las personas [...] Los procesos creativos en el Arte y en la Tecnología tienen muchos puntos comunes y comparten aspectos psicológicos fundamentales [...] El proceso individual de la empresa creadora tiene una analogía directa con el proceso del grupo”. (W. J. Gordon, W.J.: *Sinéctica: Historia, evolución y métodos*)

Estos enunciados dieron lugar a una de las líneas de trabajo sobre creatividad orientada a la Tecnología, que tuvo mayor éxito en el mundo de la educación y del desarrollo tecnológico en el mundo empresarial: **la sinéctica**.

Para la sinéctica, el proceso de creación se desarrolla en el planteo y solución de problemas de los que resultan invenciones artísticas o tecnológicas.

Sinéctica

Con esta palabra, de origen griego, se denomina a la unión de elementos distintos y aparentemente irrelevantes; se trata, esencialmente, de una teoría operacional que utiliza representaciones psicológicas, generalmente presentes en la actividad creativa del hombre.

La sinéctica no hace hincapié solamente en el proceso de resolución del problema o demanda planteada, sino que, para su desarrollo, propone la integración de ambos aspectos (planteo-solución), como los ejes centrales del proceso creativo.

Como hipótesis de trabajo, la sinéctica sostiene que:

- La creatividad de las personas puede incrementarse notablemente si se les hace comprender los procesos psicológicos que se ponen en juego en las ideaciones relacionadas con el arte y la innovación tecnológica.
- En el proceso creativo, el componente emocional es más importante, en muchos aspectos, que el intelectual.
- Los elementos irracionales y emocionales del acto creativo pueden ser comprendidos. Esto, al resignificarse como una experiencia de enseñanza y de aprendizaje, aumenta notablemente la eficiencia en la situación cotidiana de comprensión y de resolución de problemas.

Básicamente, la sinéctica identifica cuatro líneas de trabajo asociadas al desarrollo del proceso creativo en tecnología:

- Analogía personal.
- Analogía directa.
- Analogía simbólica.
- Analogía fantástica.

Cada una de estas líneas de trabajo procura situar a la persona o grupos de personas, en situaciones que permitan lograr una visión “relacional-sistémica” de la comprensión y resolución del problema.

La mayor parte de las soluciones tecnológicas que nos rodean, surgen de una síntesis de procesos que se reflejan en estas técnicas.

Faraday se inclinaba por procesos de **analogía personal** en sus desarrollos sobre la electrólisis.

March Brunel desarrolla la tecnología de construcción submarina observando a una especie de larva que construía su túnel para entrar en la madera, de manera muy ingeniosa. Alexander Graham Bell estudia detalladamente el mecanismo a partir del cual una membrana tan pequeña como el tímpano puede mover a los huesos interiores del oído y concibe su aplicación a la creación del teléfono, etc. La historia de la tecnología cuenta con gran cantidad de inventos y desarrollos, logrados a partir de procesos de observación y aplicación de analogías directas en la resolución de los problemas.

Los procesos de desarrollo creativo a partir de **analogías simbólicas y fantásticas**, asumen características más complejas; pero, al igual que los anteriores, se encuentran implícitos en innumerables innovaciones tecnológicas. La creación del cierre relámpago y de trajes espaciales son algunas de éstas.

En síntesis, la sinéctica pretende llevar a esquemas operacionales y encuadres de aprendizaje, abstracciones tan complejas como la intuición, la empatía, el juego, la integración de irrelevancias, hacer extraño lo conocido, etc. Estos elementos se ponen en acción en el trabajo con las líneas de analogías y permiten el desarrollo de competencias creativas, en el entorno de aprendizaje y producción.

La Biónica

Otra línea de trabajo aplicada al desarrollo de innovaciones en tecnología es la biónica.

Si bien la biónica utiliza el segmento de la analogía directa que forma parte de las estrategias de la sinéctica, a partir de los años sesenta la misma se constituyó en una disciplina orientada al desarrollo de soluciones en base al estudio de las estructuras y funciones de las plantas y los animales que existen en la naturaleza, y muchas escuelas y universidades del mundo la incorporaron en sus currícula.

La biónica utiliza cosas vivientes como muestras y prototipos de ingeniería a partir de las cuales se adaptarán los sistemas tecnológicos para cumplir una determinada función.

Los especialistas en biónica buscan incorporar, a los sistemas artificiales, ciertas características de los seres vivos como la autoadaptación, la capacidad de aprender, la autoorganización, el automejoramiento y la capacidad de reconocer.

El descubrimiento del radar y del sonar, y su similitud con las técnicas de exploración que utiliza el murciélago, fueron puntos importantes para el desarrollo de esta disciplina.

Gran cantidad de desarrollos e innovaciones tecnológicas se han generado desde esta perspectiva de trabajo, los sistemas de redes neuronales, la inteligencia artificial, el microprocesador, etc., son solamente algunos de sus frutos.

La propuesta de la Biónica, como línea de trabajo asociada a la creatividad y la innovación tecnológica, se basa en el desarrollo de tres puntos esenciales:

- Estudio del modelo biológico que presenta condiciones análogas a las de la situación problemática.
- Modelización matemática, dimensional o representacional del modelo.
- Desarrollo del modelo sólido.

La exploración del espacio, con los requerimientos de nuevas condiciones de adaptabilidad, y el crecimiento explosivo de la informática y las redes telemáticas, son dos de los campos de acción más importantes de la biónica.

Por último y para cerrar este apartado acerca de la creatividad, debemos tener en cuenta que el potencial creativo de una persona o un grupo está estrechamente ligado a las condiciones de trabajo en las que se encuentran desarrollando sus tareas.

En esencia, como plantea Paul Torrance (“El cultivo del Talento Creador”; Universidad de Georgia, Estados Unidos), el rol del docente es central a la hora de definir, y ayudar a crear un espacio de trabajo y una metodología que privilegien:

- el respeto a las preguntas e ideas;
- el estímulo a la realización de preguntas provocativas, en relación con la temática;
- la originalidad sobre otros aspectos;
- la previsión de tiempos de elaboración;
- la evaluación sistémica más que la meramente repetitiva.

No debemos perder de vista que, en el aula de Tecnología, la creatividad debe tener su

momento y su espacio, y que las competencias que desarrollen sus alumnos en relación con ella serán de las más importantes que puedan lograr en este espacio educativo.

Así, al desarrollar un proyecto tecnológico, lo importante es no copiar todo lo que se ha visto o leído sobre la temática involucrada, sino agregar un valor en creatividad e ingenio, a fin de que la solución adoptada tenga características de originalidad.

Debemos estimular a los alumnos para que agreguen algo nuevo, algo de su parte que sea “original”, para que, de esta manera, sus competencias relacionadas con la creatividad tecnológica se vayan desarrollando y las propuestas de solución sean más valiosas.

Ideas, Dibujos y Algo Más...

La exteriorización de las primeras ideas se puede realizar a través de bocetos, que estarán realizados a mano alzada; a medida que las alternativas van definiéndose, se representan gráficamente con mayor rigor.

Como los problemas tecnológicos se pueden resolver de múltiples maneras, no es recomendable quedarse con una sola alternativa de diseño, sino evaluar distintas ideas, a partir de criterios de selección.

Los **criterios de selección** del diseño pueden ser muchos:

- Disponibilidad de materiales.
- Facilidad de realización.
- Menor costo.
- Mejor estética.
- Mayor eficiencia en su funcionamiento, etc.

Como vemos, en la selección de alternativas también es necesario realizar evaluaciones o análisis que tienen que ver con lo económico, lo estético, lo funcional, etc. Lo importante es que los alumnos aprendan a comparar distintas alternativas y a seleccionar una de ellas.

Finalmente, el diseño elegido deberá ser llevado a un plano preciso que respete los códigos gráficos y las normas de dibujo técnico, en la medida en que los alumnos tengan los conocimientos para esto. Además, a estos planos se deberá agregar el detalle de los materiales a utilizar, el proceso más adecuado de realización y toda otra información que permita su construcción.

En la mayor parte de las ramas de la Tecnología, la etapa de diseño culmina con la representación gráfica del producto o solución tecnológica que deseamos llevar a cabo; por lo que la representación gráfica es un punto central de la enseñanza de la Tecnología. Si bien aquí no estamos hablando del desarrollo de una disciplina de “Dibujo Técnico”, es importante que los alumnos comprendan la importancia que tienen los códigos de representación gráfica como lenguaje de la Tecnología.

Si bien existen otras formas de representación (sólidos, maquetas, prototipos, etc.), el código gráfico tiene un rol central en la enseñanza de la Tecnología, ya que constituye su lenguaje universal.



En Tecnología, los códigos gráficos son muy importantes; un plano bien realizado requiere de conocimientos de dibujo técnico y de normas.

La Etapa de Organización del Trabajo: La Hora de la Gestión

Una vez que los alumnos han realizado el diseño y optado por una alternativa, antes de comenzar a trabajar en la fabricación, es conveniente que dediquen un tiempo a pensar en cómo organizar las tareas que les permitirán llevar adelante la solución seleccionada.

En esta etapa del proyecto, de alguna forma, se establece el sistema administrativo adecuado, la organización de los contactos con los proveedores de insumos (que pueden ser bienes y servicios), la distribución de responsabilidades en las tareas entre los integrantes del grupo de trabajo, etc.

Existen distintas formas de organizar las tareas.

Si retomamos nuestro ejemplo de páginas atrás, supongamos que ahora tenemos que fabricar el contenedor para bolsas de residuos. Podríamos hacer una lista de tareas:

1. Evaluar a los proveedores de materiales.
2. Comprar los materiales.
3. Cortar a las medidas determinadas en el diseño.
4. Realizar plegados.

Esta lista la podríamos ordenar en función de los días de la semana y obtener un “diagrama de trabajo-tiempo” que se utiliza mucho en Tecnología: el *diagrama de Gantt*.

Tarea	Tiempo				
Evaluar	■				
Comprar			■		
Cortar				■	
Plegar				■	

Este tipo de diagramas de tareas en función del tiempo se utiliza mucho en Tecnología y sirve para organizar las tareas.

Intentémoslo

Como resultado de un diseño en el que veníamos trabajando, llegamos a la conclusión de que teníamos que fabricar una escalera de madera de 1,5 m de altura para ordenar libros de una biblioteca.

En el marco de este problema tecnológico, lo invitamos a:

- a. Realizar una lista de las tareas posibles.
- b. Organizarlas en función del tiempo, como vimos en el caso anterior.
- c. Evaluar de qué forma podríamos reorganizar las tareas para que lleven el menor tiempo posible.

Trabajar con este tipo de diagrama tiene muchas ventajas porque permite que los alumnos se organicen mejor, ya que pueden ver sobre el papel cuánto tiempo les insumirá la realización del proyecto; y, si quedan “tiempos muertos”, es decir tiempos que no aprovechan entre una tarea y otra, les mostrará la conveniencia de buscar otra secuencia de trabajo que permita realizar el producto en menor tiempo.

La organización de las tareas, y su representación a través de los diagramas de Gantt, Pert, etc., también permite que el trabajo grupal sea más equitativo y ordenado, ya que cada una de las tareas o grupos de ellas deberá ser resuelta por los integrantes del equipo y esto quedará consignado en las hojas de gestión y diagramas.

Además, usted podrá pedir a sus alumnos que indiquen cuál será el proceso de trabajo adoptado y las responsabilidades de cada participante, a partir del análisis de estos diagramas. Por esto, siempre que sea posible, recomendamos la realización de diagramas organizacionales que le permitan analizar y reflexionar junto a sus alumnos sobre el proceso de gestión del proyecto.

Un Prototipo

Es un producto realizado con las mismas especificaciones, procesos y utilizando los recursos tecnológicos (máquinas y herramientas) que normalmente se usarían para una producción seriada; pero, en este caso, para la realización de un producto único. Su propósito es constituirse en un elemento de prueba, para verificar en él su comportamiento en el uso, resistencia, aceptación por parte de los usuarios, etc.

La Etapa de Ejecución del Proyecto Tecnológico: La Construcción de Modelos

Como señalamos anteriormente, además de la representación gráfica respectiva, siempre que sea posible es conveniente llevar adelante la construcción de un modelo sólido, tridimensional, en escala de la solución que los alumnos han propuesto a la situación problemática a partir de la cual vienen trabajando.

Ahora que estamos organizados para trabajar, comenzamos la etapa de ejecución del proyecto, en la que se materializa la construcción del producto que hemos diseñado que, en un primer paso, será el prototipo.

Si vamos al ejemplo anterior, podríamos decir que en esta fase, sobre la base de los planos técnicos, llevamos a cabo un prototipo de contenedor de bolsas de residuos que sometemos a condiciones de uso, tal como sucederá en la realidad.

En esta etapa de construcción, los alumnos se familiarizan con una gran cantidad de técnicas relacionadas esencialmente con el aspecto instrumental de la Tecnología.

El aprendizaje de estas técnicas también constituye un punto central de los contenidos conceptuales del área, por lo que, cuando usted planifique su trabajo en el aula, debería tenerlas en cuenta.

Muchas veces, convendrá que coloquemos al prototipo en relación con los usuarios, testear el grado de aceptación o de rechazo que se evidencia, analizar el impacto que produce en el ambiente, corregir los desajustes, etc.

Si nuestra solución es muy atípica, tal vez sea necesario incluir un instructivo (también conocido como **manual del usuario**) para explicar al destinatario el modo de utilización adecuado del producto, de modo que no le sea traumático encontrarse con él.

Así como en la etapa de diseño el énfasis recaía sobre los aspectos relacionados con la creatividad, en esta etapa el saber hacer y las técnicas operativas e instrumentales ocupan el lugar central.

Desde nuestra perspectiva docente, lo importante no es lograr que los alumnos desarrollen un conocimiento acabado de cada una de las técnicas que tendrán que poner en práctica para la elaboración del prototipo, ya que este objetivo corresponde principalmente a la formación profesional. Lo que aquí debemos lograr es el trabajo con técnicas básicas de fabricación y uso, y, esencialmente, que logren realizar una reflexión adecuada sobre su pertinencia, cambios, costo, etc.

La Etapa de la Evaluación: El Punto Final de los Proyectos

Finalmente, hemos llegado a lo que generalmente se considera la última etapa del proyecto: la evaluación y el perfeccionamiento del proceso tecnológico encarado.

Con todos los elementos aportados por las diferentes pruebas a que se ha sometido el producto, es factible su mejoramiento y, entonces sí, el lanzamiento de la fabricación masiva.

Cuando decimos que estamos evaluando el producto, lo que hacemos, es confrontar los resultados obtenidos con el problema que hemos definido en los primeros pasos del proyecto.

En síntesis, la evaluación implica la aplicación de una matriz analítico-sistémica al producto que hemos realizado; la base de esta matriz, sin lugar a dudas, es el propio diseño que nos planteamos como alternativa a desarrollar.

- ¿Se han cumplido las especificaciones técnicas que nos habíamos propuesto?
- ¿Cumple con los criterios de calidad, seguridad, ecología, estética, modularidad, etc., que habíamos previsto en nuestro diseño?
- ¿Los materiales son adecuados para el propósito previsto o resultaron frágiles, endebles, inadecuados, etc.?
- ¿Las dimensiones del diseño son las adecuadas o el prototipo nos demuestra que habría que redefinirlas?

En nuestras clases...

Los alumnos encaran una evaluación de proyecto cuando:

- Comparan los resultados obtenidos con los deseados.
- Proponen mejoras al producto y a su proceso de fabricación.
- Estudian su impacto ambiental, los efectos de su relación con el hombre, su posible aceptación por parte de la sociedad.
- Evalúan los aspectos económicos y de comercialización posible.
- Deciden su fabricación en mayor cantidad o la descartan.
- Determinan estrategias de empresa.

Como podemos observar, la etapa de evaluación encierra varios procesos de análisis que permitirán definir o redefinir con proyecto.

A Modo de Cierre

- El análisis de productos y el proyecto tecnológico son dos de los procedimientos más importantes que utiliza la Tecnología para la evaluación y la producción de productos tecnológicos.
- Ambos se encuentran muy relacionados: de un análisis puede surgir un proyecto de mejora del producto analizado u otras ideas “proyectables”. Además, en muchas etapas del proyecto también se realizan análisis.
- No siempre es necesario realizar paso por paso los procedimientos tecnológicos; pero, generalmente, es recomendable hacerlo, porque nos ordena y facilita el trabajo posterior.
- El análisis de producto y el proyecto tecnológico incorporan muchos elementos del enfoque sistémico. En definitiva, ambos apuntan al desarrollo de competencias relacionadas con la visión totalizadora.
- Siempre es conveniente que cada etapa del proyecto y de análisis de productos se encuentre documentada con informes, dibujos, tablas de trabajo, etc. La representación gráfica es esencial en el trabajo tecnológico y una de las competencias importantes a desarrollar por sus alumnos.
- En todos los trabajos que se realicen en el aula tecnológica, se debe tener especial cuidado en las condiciones de higiene, seguridad y entorno.

