

Experiencias de trabajo con la UCT

3



*Ministerio de Educación
Ciencia y Tecnología*



*Instituto Nacional de
Educación Tecnológica*

serie/desarrollo de contenidos
colección/unidades de cultura tecnológica

Autoridades

Presidente de la Nación

Néstor C. Kirchner

Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología

Daniel Filmus

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

María Rosa Almandoz

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Juan Manuel Kirschenbaum

Especialista en contenidos

- Marcelo Palavecino

serie/desarrollo de contenidos

Colecciones

- Autotrónica
- Comunicación de señales y datos
- Diseño gráfico industrial
- Electrónica y sistemas de control
- Fluídica y controladores lógicos programables
- Gestión de la calidad
- Gestión de las organizaciones
- Informática
- Invernadero computarizado
- Laboratorio interactivo de idiomas
- Procesos de producción integrada
- Proyecto tecnológico.
- Unidades de cultura tecnológica:
 1. Experiencias telemáticas con las Unidades de Cultura Tecnológica
 2. Integración de la UCT a través de proyectos tecnológicos –Una experiencia de capacitación–
 3. Experiencias de trabajo con la UCT

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica	7
La colección <i>Unidades de Cultura Tecnológica</i>	8
• Un comienzo posible...	11
• ¿De qué se ocupa <i>Experiencias de trabajo con la UCT</i> ?	12
• Los fundamentos de este material de capacitación	12
1. Desarrollo de las ideas básicas a través de las estaciones de la UCT	
• Las consignas	18
• Los productos	19
2. Abordaje de las estaciones de la UCT con la mirada sistémica	
• ¿Qué posibilidades ofrece la UCT al usuario de sus estaciones?	25
• La mochila	26
• Algo más sobre control de procesos	31
3. Taller de ciencia y tecnología para chicos	
• Ponteforte SRL	38
• Loarmamo & Lodibujamo	40
• Aguasarriba SRL	41

4. Otra entrada a la UCT: de los mecanismos al robot	
• Comenzamos con los mecanismos	45
• Analizamos autómatas	51
• Llegamos al robot	53
5. El proyecto del satélite <i>Starshine</i>	
• De Roca a la NASA	60
• ¿Cómo se hizo presente la UCT?	63
6. Plásticos en la UCT	
• Entremos al taller	67
• El material protagonista: El plástico	67
• La organización didáctica del proyecto	72
• La sistematización de la experiencia	74
Acerca del conocimiento tecnológico y de su desarrollo	
• ¿Qué es la tecnología? Algunas caracterizaciones	79
• Las relaciones de la ciencia y la tecnología	80
• El desarrollo tecnológico	84

Agradecimientos

El Centro Nacional de Educación Tecnológica

**Generar valor con equidad
en la sociedad del conocimiento.**

La misión del Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– comprende el diseño, el desarrollo y la implementación de proyectos innovadores en el área de la educación tecnológica y de la educación técnico profesional, que vinculan la formación con el mundo del trabajo.

Acorde con esta misión, el CeNET tiene como propósitos los de:

- Constituirse en referente nacional del Sistema de Educación Tecnológica, sobre la base de la excelencia de sus prestaciones y de su gestión.
- Ser un ámbito de capacitación, adopción, adaptación y desarrollo de metodología para la generación de capacidades estratégicas en el campo de la Educación Tecnológica.
- Coordinar, mediante una red, un Sistema de Educación Tecnológica.
- Favorecer el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas, a través del sistema educativo.
- Capacitar en el uso de tecnologías a docentes, jóvenes, adultos, personas de la tercera edad, profesionales, técnicos y estudiantes.
- Brindar asistencia técnica.
- Articular recursos asociativos, integrando los actores sociales interesados en el desarrollo del Sistema de Educación Tecnológica.

Desde el CeNET venimos trabajando, así, en distintas 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 Educación Tecnológica se desarrolle en la escuela de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes.

Una de nuestras líneas de acción es la de **diseñar, implementar y difundir trayectos de capacitación y de actualización**. En CeNET contamos con quince unidades de gestión de aprendizaje en las que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, encuentros, destinados a cada educador y a cada miembro de la comunidad que desee integrarse en ellos:

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

Otra de nuestras líneas de trabajo asume la responsabilidad de **generar y participar en redes** que integren al Centro con organismos e instituciones educativos 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 a 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 tarea de **producir materiales didácticos**. Desde CeNET hemos desarrollado tres series de publicaciones:

- *Educación Tecnológica*, que abarca materiales (uni y multimedia) que buscan posibilitar al 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.
- *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.
- *Educación con tecnologías*, que propicia el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación como recursos didácticos, en las clases de todas las áreas y espacios curriculares.

A partir de estas líneas de trabajo, el CeNET intenta constituirse en un ámbito en el que las escuelas, los docentes, los representantes de los sistemas técnico y científico, y las empresas puedan desarrollar proyectos innovadores que redunden en mejoras para la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología.

Buenos Aires, agosto de 2003.

La Colección Unidades de Cultura Tecnológica

Cultura tecnológica

El objetivo clave de la Educación Tecnológica, en términos generales y en los primeros niveles del sistema educativo, es desarrollar en el individuo *cultura tecnológica*, cultura concebida desde el amplio espectro que abarca, por una parte, conocimientos, habilidades y actitudes –en una manifestación integral, tanto práctica como teórica– acerca del espacio construido y de los objetos que forman parte de él; y, por otra, la actitud creativa que permita a las personas una apropiación crítica del medio tecnológico como protagonistas activos de su transformación y control. (Adaptado de Doval, Luis. 1995. *Tecnología. Finalidad educativa y acercamiento didáctico*. Prociencia-CONICET. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires).

Las Unidades de Cultura Tecnológica –UCT– constituyen un conjunto de estaciones de trabajo que representan diferentes aspectos de las tecnologías básicas que forman parte de la cultura tecnológica de una comunidad.

Cada una de las estaciones que configuran la UCT está integrada por un equipamiento diseñado con fines educativos que permite a la persona que está formándose o capacitándose con él comprender las intervenciones que el hombre realiza sobre los componentes fundamentales de todo sistema tecnológico: los materiales, la energía, la información.

Así, identificamos:

ESTACIONES DE LAS UCT¹

Control de procesos:

1. Control de procesos líquidos.
2. Control de procesos continuos.
3. Brazo robótico.
4. Stock computarizado / Plotter.

Fluidos:

5. Hidráulica.
6. Neumática.

Transformación de materiales:

7. Torno de control numérico.
8. Fresadora de control numérico.
9. Termoformado de plásticos por vacío.
10. Termoformado de plásticos por presión y soplado.

Energía:

11. Energía eólica.
12. Energía hidro-solar.
13. Energía solar.

Complementarias:

14. Mecánica.
15. Electrónica analógica.
16. Comunicaciones.

Cuentan con UCT 129 escuelas de nuestro país, y también los Centros Regionales de Educación Tecnológica –CeRET– y el CeNET.

¹ En las distintas Unidades de Cultura Tecnológica se encuentran todas estas estaciones o algunas de ellas.



Unidad de Cultura Tecnológica del CeNET

Tal vez, una UCT esté instalada cerca de su escuela y usted tenga acceso a ella. También es posible que este equipamiento aún no se haya integrado a su tarea o que usted recién esté familiarizándose con su uso o que desee trabajar con alguna de las estaciones pero éstas no se encuentren en su ciudad. En cualquiera de los casos, consideramos que podrá sentirse cómodo leyendo acerca de ellas ya que, desde aquí, encuadramos a la UCT como un material didáctico entre otros; y, por esto, no contar con ellas no implica la imposibilidad de encarar acciones de Educación Tecnológica.

Nos proponemos que usted incluya a las UCT en sus proyectos de Educación Tecnológica; pero, reconociendo que no son el único recurso material que puede facilitar el acceso a la cultura tecnológica.

Las UCT tienen como objetivos centrales²:

- Capacitar a maestros y profesores en la metodología didáctica propia de la Educación Tecnológica y en los contenidos específicos del área.
- Posibilitar la conformación de una Red de Centros de Educación Tecnológica que mantenga conectadas a las unidades y que permita desarrollar experiencias didácticas en Tecnología que puedan ser presentadas, fundamentadas, discutidas, puestas en práctica y, finalmente, convertidas en un aporte colectivo para la enseñanza del área.
- Generar recursos de trabajo para el aula en los diferentes niveles, contextos y modalidades educativas que forman en Tecnología.

Desde las UCT de todo el país se desarrollan estas acciones de capacitación docente anunciadas en los objetivos. Y, para lograr una difusión aún mayor de sus posibilidades educativas, estamos inaugurando desde el CeNET una colección de publicaciones referidas al rol de las UCT como recursos para la enseñanza y para el aprendizaje.

A través de la colección *Unidades de Cultura Tecnológica* intentamos sistematizar algunas de estas experiencias de capacitación que se llevan adelante desde las UCT y que, por lo general, adoptan la modalidad de cursado a distancia, por lo que su impacto resulta habitualmente acotado a los profesores que asisten a la capacitación.

Materiales didácticos

Recursos concretos que actúan como intermediarios entre nuestros alumnos –o nosotros, cuando estamos capacitándonos– y un contenido determinado, cumpliendo la función de soportes para la transmisión y facilitadores de la apropiación de los distintos saberes, en una situación concreta de enseñanza y de aprendizaje, y en el marco de concepciones teóricas determinadas.

² Instituto Nacional de Educación Tecnológica. 1998. "Reunión Nacional de Responsables Jurisdiccionales de UCT. Documento de discusión". Buenos Aires.

Puede solicitar este documento al Área de materiales de capacitación del CeNET:

- materialescenet@inet.edu.ar

La colección *Unidades de Cultura Tecnológica* se desarrolla para posibilitar a los lectores:

- Detectar, formular y conceptualizar, en interacción con sus pares, las posibilidades y los problemas que se presentan para la integración de las UCT en la tarea cotidiana de enseñar Tecnología.
- Indagar, con sus colegas, en los encuadres teóricos disciplinares y en la didáctica de la Educación Tecnológica, aquellas alternativas que permitan ir avanzando hacia un uso más coherente y eficaz de las UCT en la enseñanza y en el aprendizaje de la Tecnología.
- Planificar, poner en marcha, evaluar y reformular acciones innovadoras de Educación Tecnológica, desde las UCT.

Un comienzo posible...

Las Unidades de Cultura Tecnológica³ han participado de los proyectos de reforma del sistema educativo argentino, acompañando la implementación de área de Tecnología, a lo largo de un proceso que acaba de cumplir diez años⁴.

Desde su instalación en las distintas jurisdicciones educativas de nuestro país, estas unidades fueron concebidas como soporte de la implementación del área curricular que –en ese entonces– estaba configurándose.

Cuando aparecieron en escena, las UCT llamaron la atención de quien estuviera presente. Se trataba de novedosos laboratorios, diferentes a los ya conocidos de ciencias o de informática, dotados no sólo de computadoras personales sino de una serie de módulos o *kits* prefabricados donde –no cabía duda– se estaba frente a la presencia de algo “desconocido pero llamativo”; dondequiera que estuvieran instaladas, cada una de estas unidades se mostraba como **la tecnología** ante los ojos de quienes podían acceder a ellas.

Desde la implementación del “Programa de Formación de Capacitadores de Tecnología”⁵, especialistas, capacitadores y docentes hemos buscado el lugar óptimo de las UCT en el marco curricular de la Tecnología; desde el INET y desde las áreas de currículum y de capacitación de cada una de las jurisdicciones educativas argentinas se generaron líneas para sostener este proyecto que, a su vez, permitieran concretarse en acciones que resultaran de utilidad al común de las instituciones.

³ Si usted necesita saber más acerca de cómo está conformada una Unidad de Cultura Tecnológica puede acudir a:

- Pilotto, Pablo. 2003. Experiencias telemáticas con las Unidades de Cultura Tecnológica. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Buenos Aires.

Este documento que –en su primera parte– describe las estaciones y las posibilidades educativas de cada sector de la UCT, está disponible en el sitio web del INET:

- www.inet.edu.ar

Para llegar a él, una vez conectado con esta página, debe usted seleccionar, sucesivamente, las opciones:

- Materiales de capacitación.

- Serie: Desarrollo de contenidos.

- Colección: Unidades de Cultura Tecnológica.

⁴ Considerando la fecha de sanción de la Ley Federal de Educación –Ley N° 24.195–: 14 de abril de 1993.

⁵ Subprograma del Programa Nacional de Gestión de la Capacitación Docente, implementado desde el Ministerio de Cultura y Educación de la Nación a partir de 1997.

Aún se siguen promoviendo debates acerca del lugar didáctico de las unidades de cultura tecnológica; y, aunque se ha avanzado mucho en el camino, todavía hay espacio para nuevas propuestas.

¿De qué se ocupa *Experiencias de trabajo con la UCT*?

El módulo de capacitación que estamos compartiendo tiene como objetivos:

- Presentarle experiencias⁶ de trabajo con alumnos y docentes en el campo de la Educación Tecnológica, que integran el equipamiento de la UCT.
- Proponerle construir un modelo didáctico para la Educación Tecnológica que incluya el equipamiento de la UCT como recurso didáctico.
- Acompañarlo en el desarrollo y en la implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la tecnología.

Todas y cada una de las experiencias que mostramos en este trabajo fueron planteadas desde una concepción de Educación Tecnológica que integra:

- Los conocimientos propios de la Tecnología.
- Los particulares modos de apropiación de dichos conocimientos por parte de los alumnos.
- La convergencia de los dos componentes anteriores –conocimientos y formas de aprenderlos– en situaciones escolares.

Los fundamentos de este material de capacitación

La propuesta didáctica que usted encontrará en **Experiencias de trabajo con la UCT** se basa en plantear –al docente en situación de capacitación o a los estudiantes que concurren a la UCT– situaciones problemáticas de acción, enraizadas en entornos sociotécnicos; estas situaciones son resueltas apelando a los propios marcos de referencia del cursante y a la construcción de nuevos saberes significativos, en grupo de pares y con el acompañamiento del coordinador de la capacitación.

En cada una de estas intervenciones tecnológicas existe una racionalidad tecnológica.

Un objeto tecnológico recorre un proceso de concepción, diseño, distribución o puesta en servicio, uso y desafectación, y desguace o disposición final. En cada una de las etapas de este proceso intervienen personas que tienen ante el objeto actitudes diversas. La mirada que sobre el objeto lanza el fabricante no es la misma que la

Racionalidad tecnológica

Busca una transformación intencional del entorno en el cual se desenvuelve. Esta racionalidad tecnológica genera modelos que permiten interpretar, explicar y operar, desarrollando técnicas en pos de potenciar la eficacia y eficiencia de dicha transformación. En la racionalidad tecnológica vemos interactuar la racionalidad instrumental, la del saber-hacer, la del análisis funcional y la de causa final.

⁶ Desarrollamos estas experiencias en el CeDeCyT de General Roca, provincia de Río Negro. El nombre CeDeCyT –Centros de Demostraciones de Ciencia y Tecnología–, surge en nuestra jurisdicción luego de realizar consultas a los referentes en Tecnología provinciales, por resolución del Consejo Provincial de Educación. La Resolución N° 1593/98 plantea como su objetivo general, el de “Implementar Centros de Equipamiento de uso compartido desde donde se generen y gestionen experiencias formativas de capacitación y actualización en ciencia y tecnología destinadas a las escuelas de nivel medio de su localidad/zona.” Y, como misión y funciones: “La misión de los Centros de Demostración de Ciencia y Tecnología es generar y ofrecer capacitación a docentes, que se continúen con proyectos de trabajo en las escuelas de su localidad y zona de influencia, mediante el uso del equipamiento, generando líneas de acción que optimicen el recurso y brinden igualdad de oportunidades a los/las estudiantes de la zona.”

del usuario, porque sus intenciones y finalidades –sus causas finales– son diferentes (...) Para analizar las acciones tecnológicas vinculadas a un objeto tecnológico determinado, se puede tomar su autoproceso y estudiar en detalle las acciones y actitudes de todos los sectores en cada una de las etapas de ese proceso⁷.

La racionalidad tecnológica se enmarca en un contexto social y considera la funcionalidad de los objetos.

Entonces, una persona alfabetizada en cultura tecnológica puede negociar con el entorno tecnológico, con una cierta autonomía, dominio y responsabilidad, ya que ha tomado conciencia de que forma parte del sistema como usuario; es la misma conciencia que debió tener el productor de esa tecnología y que les permitirá –a uno y a otro– relacionarse con el sistema.

Desde la UCT encaramos la formación de ciudadanas y ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados. Esto significa⁸:

- que conozcan la variedad de soluciones que aplicaron diferentes culturas a problemas parecidos,
- que tengan la oportunidad –a través del diálogo interior– de modelizar situaciones apuntando hacia el crecimiento en el nivel de experticia;
- que puedan establecer/saber el grado de eficacia y eficiencia de los objetos tecnológicos,
- que sean capaces de vislumbrar/operar con los aspectos morales/éticos de cada decisión técnica.

Nos proponemos avanzar en esta dirección en **Experiencias de trabajo con la UCT**.

Y, también, en la dirección propuesta por la psicología cognitiva:

La psicología cognitiva considera que el conocimiento es una estructura que se va creando alrededor de lo que ya conocemos. Es cierto que la capacidad de aprendizaje cambia con la edad –como Piaget pone de manifiesto en sus estadios–: cambian los esquemas, las estructuras; pero, persiste lo conocido, que lleva a la persona a enfrentarse a los nuevos conocimientos con esquemas o representaciones previos que influirán en su aprendizaje y que la instrucción tiene que considerar.

La principal aportación de la psicología cognitiva al constructivismo es que el aprendizaje ha de ser significativo para el que aprende. Esa significación dependerá de las conexiones que realice entre lo nuevo y lo que ya conoce, estructurándolo en un todo organizado.

Postula el aprendizaje por comprensión frente al aprendizaje memorístico –por ser éste fraccionario y sin sentido–.

Sus implicaciones para la enseñanza son, así, que:

⁷ Buch, Tomás. 1999. Sistemas tecnológicos. Contribuciones a una teoría general de la artificialidad. Aique. Buenos Aires.

⁸ Adaptado de Pintos y Monsalve. 2002.

- El profesor necesita conocer las representaciones que tienen sus alumnos sobre los contenidos de la enseñanza.
- Los contenidos no tienen que estar totalmente organizados.
- Es necesario constituir puentes entre las nuevas estructuras o redes de conocimiento, y las antiguas.
- La evaluación no se hace sobre el producto –respuesta verdadera o falsa– sino sobre procesos. Importa saber cómo el alumno llega a esa conclusión. El análisis de errores es igualmente importante porque orienta sobre las dificultades del procedimiento.
- Aunque el alumno tiene gran autonomía, la exposición de contenidos culturales por parte del profesor, ayuda a encontrar nuevas significaciones y enriquece el proceso.
- La interacción social favorece el aprendizaje; el intercambio de información con compañeros (otros significativos) produce un conflicto cognitivo necesario para construir cambios conceptuales.⁹

¿Acepta la propuesta que estamos planteando desde el CeDeCyT de General Roca?

Entonces... lo invitamos a recorrer el camino de **Experiencias de trabajo con la UCT**.



⁹ Adaptado de Del clavo al ordenador. <http://platea.pntic.mec.es/>

1. DESARROLLO DE IDEAS BÁSICAS A TRAVÉS DE LAS ESTACIONES DE LA UCT

¿Qué son estas ideas básicas a las que aludimos en el título de esta primera parte de **Experiencias de trabajo con las UCT**?

Los alumnos construyen en su relación con el mundo y con los objetos del mundo, sistemas de ideas que les permiten explicárselo, relacionarse y preverlo. Pero, claro, estos sistemas de ideas no siempre se construyen con una lógica disciplinar.

Es a partir de estas ideas que tendrán sentido las intervenciones pedagógicas, con el propósito de que los niños paulatinamente las vayan modificando por otras ideas que, adecuadas y pertinentes a su desarrollo cognitivo, estén vinculadas a los conocimientos que la ciencia y la tecnología brindan.

Por esta razón, al planificar elegimos enunciar ideas básicas, ya que ellas serán los sistemas de ideas hacia las que pretendemos que nuestros alumnos dirijan las suyas.

A estas ideas las denominamos **ideas básicas** y constituyen el marco a partir del cual se desarrollarán las intervenciones de enseñanza que posibiliten el desarrollo conceptual de los alumnos.

- Son ideas básicas en tanto suponen un fundamento necesario para el aprendizaje posterior; continuarán, a su vez, refinándose y desarrollándose mediante el aprendizaje posterior.
- Pueden parecer sencillas y de bajo nivel; pero, el valor que tengan para los alumnos estará en relación con el uso que de ellas se haga, de acuerdo con el conjunto de su experiencia; pues no bastará con una pura captación superficial.
- Cada proposición supone un paso en el desarrollo de una idea; se dará ese paso tras la realización sucesiva de actividades relevantes en el transcurso de varios años durante los que las ideas antecedentes serán revisadas y modificadas poco a poco.
- La adquisición de cada idea se realizará mediante gran cantidad de actividades.¹⁰

En este marco de trabajo, desde el Centro diseñamos una experiencia que queremos compartir con usted: **Desarrollo de ideas básicas a través de las estaciones de la UCT**.

Planteamos las distintas tareas en función de que los docentes participantes logran:

- Desarrollar estrategias para potenciar el uso del equipamiento con que cuentan las Unidades de Cultura Tecnológica.
- Identificar los problemas comunes en el trabajo cotidiano dentro del aula de Cultura Tecnológica y proponer alternativas para solucionarlos.
- Generar nuevos diseños de actividades, enmarcados en la Educación Tecnológica.

Como tarea previa a la experiencia, los capacitadores del Centro seleccionamos cuatro ideas básicas:

- Los circuitos con interruptores en serie permiten implementar la función lógica Y.
- A medida que aumenta el ángulo de inclinación de un plano inclinado, aumenta la fuerza de atracción gravitatoria sobre el cuerpo.

¹⁰ Adaptado del Diseño Curricular EGB1 y 2. Área Tecnología. (1996. Río Negro).

- Cuando el caudal de aire aumenta dentro de un pistón, la presión también aumenta.
- Para describir un punto en un sistema cartesiano, se utilizan las coordenadas relativas y absolutas¹¹.

Las consignas

Ya en tarea y en el espacio de la UCT, propusimos a nuestros colegas docentes completar una tabla, conjugando una idea básica, y una o varias estaciones de la unidad:

Estación	Idea básica	Identifique los recursos que posee el equipamiento de la UCT que permiten desarrollar esta idea básica	Explicite cómo trabajaría esta idea básica con la o las estaciones seleccionadas	Describa de qué manera cambian cualitativamente los procesos de enseñanza y de aprendizaje al utilizar estos recursos	Desarrolle una situación problemática que permita la apropiación de la idea básica y que integre la estación seleccionada

Entregamos la tabla a los docentes y destinamos cuatro horas para su trabajo de indagación en las estaciones, indagación que –en todo momento– se desarrolló en función de la idea básica seleccionada.

Luego, realizamos un intercambio de productos centrado en las cuatro primeras columnas de la tabla.

La quinta columna –cambios en el proceso didáctico– nos permitió ir más allá de las posibilidades educativas de una estación en particular y de una idea básica determinada, y encarar una puesta en común.

Finalmente, analizamos en detalle las situaciones problemáticas redactadas por cada grupo de profesores (que aquí resultan la culminación de la tarea pero que, en sus clases, son el punto de partida del proceso de construcción del aprendizaje por parte de los alumnos).

Actividad 1

Ahora, es usted quien desarrolla una idea básica apoyándose en la UCT

Es probable que las ideas que seleccionamos para nuestra experiencia de capacitación no sean en las que usted centra sus procesos de enseñanza.

Le proponemos, entonces, que:

- seleccione una idea básica –rastreada de entre las que sus alumnos sostienen cuando comienzan a cursar su asignatura–; y, en función de esta idea,
- desarrolle los mismos ítems que propusimos a nuestros colegas durante nuestro encuentro de capacitación.

¹¹ Recuerde que desde los CeDeCyT de Río Negro capacitamos a educadores en Tecnología y, también, a educadores en Ciencias Naturales; de ahí las ideas básicas por las que optamos.

Los productos

Los integrantes de nuestro grupo de capacitación concretaron sus procesos de análisis en los productos que a continuación transcribimos.

Al analizarlos, tenga presente que estamos incluyéndolos aquí, para usted, tal como fueron expresados por sus autores, antes de que sus compañeros de comisión y su capacitador los invitáramos a rever algunos aspectos planteados. (Le damos una pista: el Grupo 2 sostiene que, en una clase, primero hay que analizar conceptos para poder, luego, resolver problemas... Y ese procedimiento –poco acorde con los fundamentos de la Educación Tecnológica– les fue señalado por sus colegas del grupo de capacitación.)

GRUPO 1					
Estación	Idea básica	Recursos	Cómo trabajaría...	Proceso de enseñanza y aprendizaje	Situación problemática
Digital	Los circuitos con interruptores en serie permiten implementar la función lógica Y.	Los materiales provistos en la estación "digital" permiten que los alumnos construyan circuitos eléctricos simples, utilizando interruptores y leds.	Dividiríamos el curso en pequeños grupos y presentaríamos una serie de situaciones problemáticas a resolver con el equipamiento. En este caso particular, alguna situación que pusiera en juego la construcción de un circuito serie, para probar la validez de la función Y en una tabla de verdad.	Los alumnos podrán resolver problemas prácticos que pongan en juego la función lógica Y. La posibilidad que poseen los alumnos de construir el conocimiento a partir de operar el material es única.	Un automóvil no enciende si no están colocados los seguros de las puertas y si no están colocados los cinturones de los ocupantes. Se pide a usted y a su grupo que diseñen un circuito que permita modelizar la situación real y comprobar que no encienda la luz si no están dadas todas las condiciones establecidas.

GRUPO 2					
Estación	Idea básica	Recursos	Cómo trabajaría...	Proceso de enseñanza y aprendizaje	Situación problemática
Mecánica	A medida que aumenta el ángulo de inclinación de un plano inclinado, aumenta la fuerza de atracción gravitatoria sobre el cuerpo.	Los materiales permiten que los alumnos experimenten con los distintos componentes de la estación. Estos materiales son: la barra rígida, las pesas y el dinamómetro.	En primer lugar, presentaría la idea básica en el pizarrón, como una hipótesis que hay que demostrar. Y, luego, entregaría una situación problemática para resolver, y pediría a los alumnos que construyan una tabla con los ángulos y los valores de fuerza medidos con el dinamómetro, para poder representarlos mediante un gráfico.	A través de la experiencia presentada, los alumnos podrán contrastar la hipótesis con la realidad, validarla o no. Por otra parte, permite analizar cualitativamente los resultados y expresar nuevas hipótesis. Otorga confianza al alumnado para poder realizar otro tipo de construcciones de planos inclinados o bien identificar planos inclinados utilizados en la sociedad.	La entrada a una escuela no posee rampa para discapacitados. Se pide a usted y a su grupo que diseñe y construya a escala una rampa que permita alcanzar un desnivel de 80 cm, sabiendo que las dimensiones de la galería de entrada a la escuela son de 4m x 6m.

GRUPO 3					
Estación	Idea básica	Recursos	Cómo trabajaría...	Proceso de enseñanza y aprendizaje	Situación problemática
Neumática	Cuando el caudal de aire aumenta dentro de un pistón, la presión también aumenta.	Los materiales provistos en la estación neumática permiten que los alumnos experimenten con los distintos componentes de la estación.	En esta actividad es fundamental que los alumnos sepan identificar los elementos básicos que componen la estación de neumática. Además, es necesario que, antes, hayan experimentado con elementos sencillos como <i>jeringas</i> descartables (utilizadas como válvula), mangueras, uniones, etc. Dado que es muy rico el pasaje desde el trabajo con materiales “caseros”, hacia materiales didácticos que son utilizados en la industria.	es sumamente importante el trabajo con materiales utilizados en la industria; de esta manera, los alumnos adquieren el vocabulario correcto y la denominación exacta de los elementos, las características, la función y funcionamiento, y la utilidad que representa. En otro orden, la estación ofrece la posibilidad de realizar conexiones, verificar el tipo de conexión, analizar la seguridad en el trabajo con aire comprimido, etc.	Un automóvil no enciende si no están colocados los seguros de las puertas y si no están colocados los cinturones de los ocupantes. Se pide a usted y a su grupo que diseñen un circuito que permita modelizar la situación real y comprobar que no encienda la luz si no están dadas todas las condiciones establecidas.

GRUPO 4					
Estación	Idea básica	Recursos	Cómo trabajaría...	Proceso de enseñanza y aprendizaje	Situación problemática
Plotter	Para describir un punto en un sistema cartesiano, se utilizan las coordenadas relativas y absolutas	Para trabajar esta idea básica se utilizarán las instrucciones de la estación de ploteo, la pizarra, el marcador, papel y lápiz.	En primer lugar, se debe realizar un repaso de los sistemas de representación en dos dimensiones; para esto, se propone a los alumnos representar puntos en el plano, definir trayectoria, coordenadas relativas y absolutas. Luego, dibujar en una hoja el croquis de una figura propuesta en el pizarrón, definida con coordenadas relativas. Una vez realizado el ejercicio, se pedirá que los alumnos repitan la operación programando el brazo robótico.	Fundamentalmente, los alumnos observan una aplicación inmediata de la importancia del manejo de coordenadas de posición. Por otra parte, el crear una secuencia de órdenes específicas, permite que los alumnos se involucren en el diseño de un programa de computación. Cabe destacar que, aún sin conocer el lenguaje, pueden lograr organizar la tarea del robot y aprender, con el ensayo-error, a tomar decisiones de forma anticipada.	Una empresa destinada al diseño de carteles para la vía pública necesita, para su departamento de tipografías, el diseño de una letra imprenta para colocar como logo en remeras y papelería. Se pide a usted y a su grupo diseñar una letra A como modelo, en papel y, luego, preparar el plotter para imprimirla sobre tela.

Actividad 2***Analizando las producciones de nuestros colegas***

¿Qué le parecieron los desarrollos de los profesores que participaron de nuestra capacitación en la UCT?

Le proponemos seleccionar el trabajo de un grupo y analizar cada una de sus conclusiones, expresando sus puntos de convergencia, sus puntos de discrepancia y sus propias propuestas respecto de las mismas consignas.

2. ABORDAJE DE LAS ESTACIONES DE LA UCT CON UNA MIRADA SISTÉMICA

¿Qué posibilidades ofrece la UCT al usuario de sus estaciones?

En primer lugar, aparece como necesario caracterizar al usuario de una UCT puesto que, en este espacio de enseñanza y de aprendizaje, trabajan grupos de personas con intereses y finalidades diferentes.

A partir de nuestra experiencia en la coordinación de grupos de capacitación, podemos clasificar a los usuarios de una UCT en tres grupos:

- docentes que, integrando los recursos de la UCT, trabajan con los alumnos temáticas relacionadas con la ciencia y la tecnología, propias de las disciplinas que dictan,
- docentes que participan de los cursos de capacitación que se ofrecen desde la UCT,
- alumnos que asisten a la UCT por propia iniciativa.

Dentro de cada grupo podemos definir, a modo de subcategoría, una nueva clasificación:

- **Usuarios pasivos.** Son los que esperan que el sistema de la estación les transfiera conocimientos, a los que responden de forma automática. Según su razonamiento, si la tecnología está presente, mágicamente, debería producirse el aprendizaje –como, análogamente, sucede al usar un lavarropas automático, en el que sólo se interviene al “echar la ropa dentro”–. Cuando estos usuarios se enfrentan al programa de autoaprendizaje, se detienen a leer cada pantalla y, en algunos casos, a tomar nota de algunos conceptos planteados en el software.
- **Usuarios activos.** Estos usuarios, en cambio, intentan comprender la función y el funcionamiento de una estación sin haber leído ni siquiera su nombre. Son aquellos que, parados frente al equipo, elaboran teorías acerca de la relación entre los elementos y su estructura; o, en segundos, comienzan a interrogar al coordinador para que les dé una descripción detallada del manejo y funcionamiento del equipamiento. Entre los usuarios que corresponden a esta caracterización se encuentran los alumnos más chicos quienes, casi instantáneamente, accionan partes de la estación o del software de control, y esperan la reacción del equipo para comprobar su teoría¹².

En este contexto, tenemos que plantear una hipótesis sobre la forma en que cada usuario debe acceder al recurso tecnológico para obtener los mejores resultados, y sobre cómo debe realizarse el proceso de enseñanza y de aprendizaje con estos sistemas tecnológicos cerrados que son las estaciones de la UCT, cuyas acciones son limitadas.

¹² Durante los últimos veinte años se han realizado investigaciones en los más variados campos del aprendizaje de la ciencia, mostrando que los alumnos, antes incluso de llegar al aula de ciencias, tienen ideas bastante sólidas, intuiciones sistemáticas, sobre estos ámbitos (...) Se ha llegado a la conclusión de que los alumnos (en general, todas las personas) tienen lo que podríamos llamar concepciones alternativas (también llamadas ideas previas, espontáneas, intuitivas o incluso, inadecuadamente, ideas erróneas) en casi todos los campos de la ciencia. Estas concepciones no son casuales ni arbitrarias, sino que responden a la lógica del “sentido común”, que ha resultado ser bastante diferente de la lógica del pensamiento formal. (Pozo, Juan Ignacio; Gómez Crespo, Miguel Ángel. 1997. “¿Qué es lo que hace difícil el aprendizaje de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza”. ICE –Institut de Ciències de l’Eduació-. Universidad de Barcelona. Barcelona.)

Según Fourez¹³, el aprendizaje de la utilización de sistemas tecnológicos cerrados puede hacerse eficazmente a partir de *modos de empleo* o de *guías didácticas* claros, lógicos, completos, en una óptica adaptativa, apuntando al dominio de los procedimientos y de los comandos.

Con una mirada sistémica, una estrategia posible es considerar el equipamiento como si fuera una “caja negra” e intentar detectar, en principio, los elementos que lo componen, analizando las relaciones entre ellos y descubriendo los flujos de materia (si los hubiera), de energía y de información.

Este camino facilita al usuario la comprensión de la estación de la UCT. De este modo, el usuario se construye un modelo, una representación mental donde confluyen las relaciones entre los elementos y el comportamiento del sistema, representación en la que intervienen saberes de distintas disciplinas que se ponen en juego en función de la comprensión para su uso, aunque no se conozcan de antemano los conceptos científicos y tecnológicos que subyacen en cada recurso.

Conocer la lógica del funcionamiento, implica comprender para qué ha sido concebida la estación de la UCT; y, además, permite ir un poco más lejos: superar la utilización puramente algorítmica, para adaptarla a nuevas situaciones, en otros contextos para los cuales no fue pensada.

El aprendizaje de los recursos tecnológicos con este enfoque, modifica las representaciones mentales que cada usuario tenía antes de proceder con el uso y permite construir nuevas representaciones sobre la base de la experiencia.

¿Nos acompaña en el desarrollo de un nuevo testimonio de capacitación de docentes que integra esta mirada sistémica de la UCT? Se trata de...

La mochila

Esta experiencia fue realizada en la UCT, dentro del marco de la *Capacitación en Educación Tecnológica para docentes de EGB3*.

Para planificarla, los capacitadores nos centramos en la premisa de que el diagrama de bloques, los croquis y los planos son las herramientas metodológicas que permiten la esquematización de un sistema.

Entonces, planteamos a nuestros colegas:

La mochila

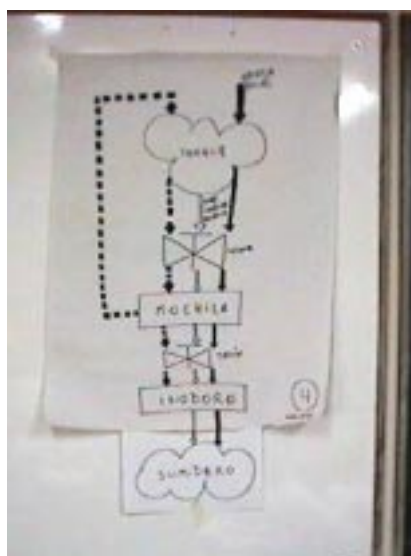
Con el objeto de realizar un nuevo diseño de depósitos de agua para inodoros, la empresa que usted representa deberá realizar una descripción técnica del depósito de agua (conocido vulgarmente con el nombre de “mochila”), que se incluirá en la licitación correspondiente.

¹³ Fourez, Gérard. 1994. Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Colihue. Buenos Aires.

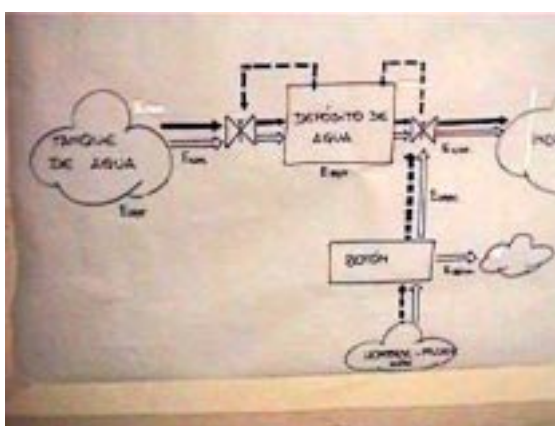
Dicha descripción deberá contener:

- Un croquis a escala del producto.
- Función que cumple la mochila.
- Funcionamiento de la mochila.
- Características morfológicas, estructurales y dimensionales.
- Breve análisis histórico del producto.
- El diagrama de bloques de la mochila, en un papel afiche.

La que desplegamos a partir de esta consigna, resultó una actividad pertinente para el abordaje de un producto tecnológico con un enfoque sistémico, porque la “mochila” contiene subsistemas que se pueden analizar por separado y muchos elementos que cumplen funciones diferentes.



Durante la actividad, cada grupo pudo desarmar una mochila de PVC que dejamos a su alcance e identificar sus elementos componentes.



Una vez finalizado el trabajo, cada grupo leyó su producción y presentó su diagrama de bloques en el pizarrón. Destinamos un tiempo para que cada integrante de la comisión realizara aportes a los afiches expuestos y, por último, como coordinadores de la reunión, planteamos un diagrama a modo de cierre.

Una vez finalizada la actividad de la mochila, procedimos a realizar:

Análisis de producto y diagrama de bloques de estaciones de la UCT

Cada grupo va a representar en papeles afiche el diagrama de bloques de dos estaciones asignadas, consignando el flujo de materia, energía e información.

Finalizada la representación, la tarea se completará a través de una exposición de sus afiches, y de la explicación de qué función cumple y cómo funciona la estación.

Los coordinadores orientamos la tarea proveyendo una planilla que organizaría la puesta en común posterior:

Análisis de componentes	Estación
Componentes estructurales (conforman el “soporte” de la unidad)	
Dispositivo motor (elementos que generan movimientos)	
Mecanismos (elementos que transforman o transmiten el movimiento del motor)	
Controles y automatismos (elementos que controlan o permiten el funcionamiento automático del equipo)	
Costo del equipamiento (aproximación del costo del equipamiento)	

Aún cuando se trató de una actividad extensa, contamos con el entusiasmo de los participantes por “desvestir” el equipamiento.

Los coordinadores aportamos material bibliográfico sobre diagramas de bloques:

- Gay, Aquiles; Ferreras, Miguel. 1997. *La educación tecnológica. Aportes para su implementación*. CONICET-Ministerio de Educación. Buenos Aires.¹⁴
- de Rosnay, Joel. 1978. *El macroscopio*. AC. Madrid.

Actividad 3 Su propio análisis sistémico

Lo invitamos a determinar una estación de la UCT y a:

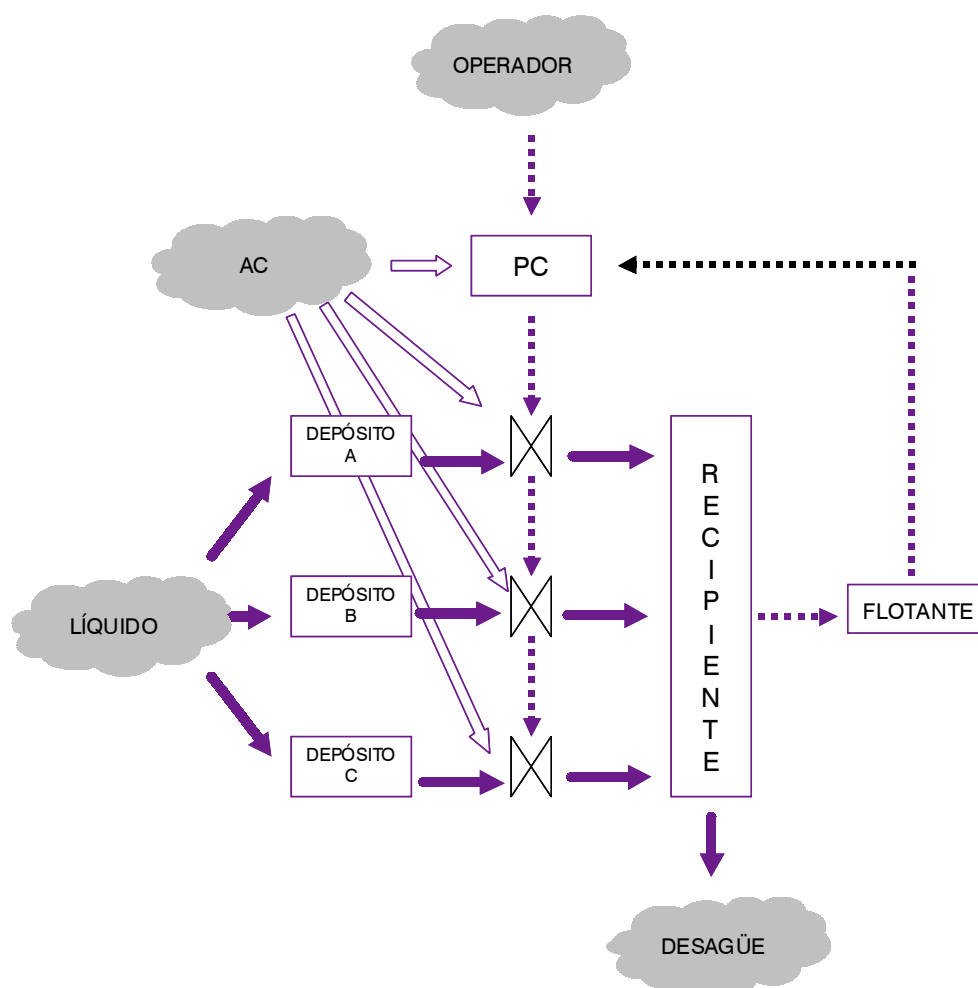
- considerar en ella los componentes estructurales, dispositivos motores, mecanismos, controles y automatismos, y costos, tal como planteábamos en la planilla anterior,
- realizar el diagrama de bloques de la estación,
- especificar la función que cumple la estación,
- precisar su funcionamiento.

Compartimos con usted un ejemplo de resolución, desarrollado por docentes del CEM 50 de Río Colorado, provincia de Río Negro:

¹⁴ La versión digital de este libro está disponible en el sitio web del INET. Usted va a poder acceder a ella seleccionando los títulos: Materiales de capacitación y Serie: Educación Tecnológica.



Análisis de componentes	Estación "Control de procesos líquidos"
Componentes estructurales (conforman el "soporte" de la unidad)	"Base metálica con soportes universales, pared de aluminio soporte del recipiente que actúa como depósito de líquido.
Dispositivo motor (elementos que generan movimientos)	Electroválvulas.
Mecanismos (elementos que transforman o transmiten el movimiento del motor)	Potenciómetro y engranajes del flotante.
Controles y automatismos (elementos que controlan o permiten el funcionamiento automático del equipo)	Control de caudal: electroválvulas. Control de nivel: flotante.
Costo del equipamiento (aproximación del costo del equipamiento)	\$ 800 \$ 1200".



- “La función de la estación “Control de procesos líquidos” es la de mezclar tres líquidos bajo control por programación.
- Su funcionamiento (explicación del diagrama de bloques): El líquido que se encuentra en los recipientes circula, por gravedad, hacia el recipiente donde se realiza la mezcla; la válvula deja pasar líquido, si el operador ha programado tal evento en la PC; si no es así, el líquido no circula. Mientras el líquido se acumula en el recipiente de mezcla, el flotante “sensa” el nivel y le informa a la computadora la altura que ha alcanzado; si el operador ha programado un nivel fijo, se activa una comparación que desemboca en la apertura o cierre de alguna de las tres electroválvulas o una combinación de éstas”.

Actividad 4

Algo más sobre el análisis sistémico

Como continuación de la tarea, propusimos al grupo de profesores de EGB3, abarcar las mismas cuestiones que, ahora, le planteamos a usted:

- Enumere los subsistemas que ha encontrado al realizar el diagrama de bloques. ¿Qué función cumple cada uno?
- Describa un suprasistema que contenga al sistema analizado.
- Proponga algunas modificaciones al equipamiento de la estación, para lograr ampliar sus posibilidades como recurso didáctico.
- ¿Cómo cree usted que se puede conseguir el mismo objetivo sin energía eléctrica?

Al finalizar la actividad, entregamos a nuestros colegas una tabla para completar:

La mochila Análisis de la tarea encarada	
- ¿Qué contenidos de Tecnología estuvieron presentes en el desarrollo de “La mochila”?	
- ¿Qué contenidos de otros campos del conocimiento han estado presentes?	
- ¿Qué modificaciones podría realizar a la consigna “La mochila” para aumentar o disminuir su grado de complejidad, y que resulte pertinente a los conocimientos de sus alumnos?	
- ¿Es pertinente realizar esta actividad con alumnos de EGB3? Nos interesa que fundamente su respuesta	
- ¿Cómo evaluaría el aprendizaje de sus alumnos respecto de esta actividad?	

Actividad 5

Por supuesto

Las cinco preguntas de la tabla también son para usted.

La actividad de esa jornada de capacitación concluyó con una tarea domiciliaria...

Algo más sobre control de procesos

Acercamos a los profesores de Tecnología de EGB3 una consigna de trabajo destinada a alumnos de séptimo grado de su ciclo.

Esa tarea debería permitir a los chicos:

- Identificar controles de proceso que se utilicen en diferentes ámbitos del hogar.
- Modelizar situaciones cotidianas como transformaciones controladas.
- Identificar estados inicial y final, y variables a controlar.

El control de procesos en nuestros hogares

1. En estas situaciones, indica cómo procederías para modificarlas. Luego identifica la/s variable/s controlada/s.

- Día caluroso, en el interior de una habitación cerrada.
- Se hace la noche y no podemos seguir leyendo.
- Al conducir un auto, nos encontramos con una curva del camino.
- Al jugar un partido de fútbol, tenemos la pelota desinflada.

2. A continuación te presentamos una tabla que permite analizar acciones cotidianas que llevas a cabo en tu hogar. Comenta con tus compañeros y completa los cuadros en blanco.

Situación inicial	Transformación	Situación final	Variable controlada
Cama desarmada	Tendido de la cama	Cama tendida	Disposición de la ropa de cama y arrugas
Piso con tierra y migas	Barrido	Piso sin tierra ni migas	Cantidad de partículas sobre el piso
	Lavado de ropa		
Luz apagada			
	Regado de las macetas		
	Planchado de la ropa		

3) Imagínate que vives en el país de “Todo Funciona Mal”. ¿Cómo funcionarían en este país los siguientes artefactos?

- una plancha
- un depósito del inodoro
- una heladera

4) Por suerte, no vives en ese país; y, en el nuestro, algunas cosas funcionan bien. ¿Podrías explicar para los artefactos del ejercicio anterior qué mecanismos poseen, por los cuáles se produce su buen funcionamiento?

Actividad 6
Control de procesos

Nuestra propuesta de analizar esta consigna de trabajo también es para usted.

Y, además, lo invitamos a precisar cómo integraría una de las estaciones de la UCT para enriquecer este análisis de control de procesos.

3. TALLER DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA CHICOS

Veíamos que a Unidad de Cultura Tecnológica es un entorno rico para la capacitación de profesores, y, también, para que los docentes desarrollen actividades con sus alumnos. En el Centro de General Roca también la utilizamos como un “laboratorio tecnológico”¹⁵ en el que los alumnos concurren a realizar actividades de ciencia y tecnología, en una propuesta diferente.

Dicha propuesta tiene como objetivo fomentar el uso de la UCT por alumnos que, voluntariamente, se inscriban en el taller, motivados por su propio interés por aprender más y por explorar aspectos desconocidos sobre esta área¹⁶.

El taller tiene una frecuencia semanal de cuatro horas reloj y se desarrolla con un cupo máximo de dieciséis alumnos por grupo. La planificación es muy dinámica porque, si bien parte de los ejes propuestos en el diseño curricular de Tecnología de la provincia, está abierta para incorporar actividades fuera de la planificación, relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Algunos de los ejes y contenidos que sustentan las experiencias que desarrollamos en el “Taller de ciencia y tecnología para chicos” son

Las técnicas y los procesos

Técnicas y procesos simples utilizados en el hogar y su entorno:

- De lavado, de cocina, de transporte, de construcción, de administración, de riego, del cuidado de la salud, de calefacción, etc.
- Procesos y técnicas agropecuarias, en la industria de la madera, carpintería metálica, industria textil, industria de la construcción.
- Automatización de las tareas: el robot.
- Módulos de robótica y almacenamiento, y plotter.

Circuitos simples; estructura y función de sus partes:

- De agua, de gas, eléctricos, etc. Armado de circuitos, comparación de la función que cumple cada uno.
- Electrónicos simples: las estaciones analógica y digital.

Organización y gestión:

- El trabajo en el aula, en la escuela, gestión y roles. Gestión individual y grupal durante los procesos de construcción y deconstrucción¹⁷.
- Organización del trabajo grupal en la resolución de situaciones problemáticas y en los proyectos.
- Organización y gestión en la distribución de bienes y servicios.

Técnicas y procesos en información y comunicación:

- Almacenamiento de la información: ficheros, libros, disquetes, discos rígidos, discos compactos, cintas magnéticas, etc.
- Acceso a la información: bibliotecas, catálogos, enciclopedias.
- Medios de comunicación.

¹⁵ El nombre de “laboratorio tecnológico” está más cerca del imaginario del alumno que el más apropiado de aula-taller de tecnología, por eso lo incluimos.

¹⁶ Los chicos interesados se inscriben en la escuela a la que asisten habitualmente, completando una planilla habilitada para tal fin; ésta es enviada al coordinador a través de las supervisiones escolares respectivas.

¹⁷ Deconstrucción: término que –en la educación tecnológica– suele designar el proceso inverso a la construcción; o sea, partir del producto para detectar la necesidad, analizar el porqué y para qué de los productos tecnológicos.

- Búsqueda y selección de la información, utilizando los medios disponibles.
- Comunicación de la información utilizando distintos medios: verbal, visual, gráfico, etc.
- Procesamiento de la información: textos y datos. La operación de la computadora.
- Uso de procesadores de texto, bases de datos, planillas de cálculo.
- Presentación de la información, Informes, afiches, cuadros, gráficos, etc. Uso de software de creación de hipertexto e hipermedia.
- Técnicas del diseño: dibujo a mano alzada, croquis, pequeños planos, normas de dibujo técnico.
- Utilización de las computadoras de la UCT.
- Uso del plotter.
- Utilización de software de tratamiento de imágenes.

Identificación de distintos tipos de energía utilizada en técnicas y procesos:

- Energía mecánica, eléctrica, hidráulica, etc. Energía utilizada en la región.
- Estaciones de energía.
- Uso, mediciones, creación de prototipos.

Los materiales, máquinas, herramientas e instrumentos que el hombre utiliza y produce

Materiales: Usos, clasificaciones, comparaciones:

- Selección, y uso en la construcción y deconstrucción.
- Materiales de uso doméstico.
- Utilizados en juegos.
- Utilizados en la construcción de la casa.
- Utilizados en la UCT.
- Clasificación de los materiales según diferentes criterios (origen, ramas de la tecnología, etc.).
- Materiales para la construcción en general.

Herramientas; uso, cuidado y función:

- De uso doméstico.
- De uso en la UCT.
- De uso en la sociedad.
- Herramientas y máquinas en las tecnologías agropecuarias, en la industria de la madera, carpintería metálica, industria textil, industria de la construcción.

Máquinas:

- En el hogar y en su entorno.
- En la UCT.
- Función y uso en el entorno, y en el proceso de construcción y deconstrucción.
- Máquinas simples y sistemas mecánicos (biela-manivela, palanca, tornillo, sin fin, engranajes, creación de mecanismos sencillos utilizando material concreto).
- Sistemas mecánicos como interacción de máquinas simples.
- Dispositivos de electrónica y electromecánica, de circuitos de transporte hidráulico y gaseoso.

Instrumentos de medición:

- Necesidad de la medición. Comparaciones.
- Presentación y uso de elementos de medición.
- Los instrumentos de la UCT.
- Los instrumentos de medición no convencionales (de uso por tradición, costumbres, etc.).

El hombre social en relación a la tecnología y sus productos

Productos tecnológicos relacionados con el medio:

- Juguetes y juegos.
- Productos de iluminación (eléctrica, a combustibles líquidos, gaseosos o sólidos, velas, etc.).
- Energías de uso regional (eólica, eléctrica, hidráulica, solar, etc.).

Valoración de los productos, ¿necesidad o imposición?:

- Producción de alimentos, caseros, locales, preelaborados.
- Sistemas de comunicación usados en el hogar y el trabajo (mensajerías, teléfono, cartas, faxes, etc.).
- Análisis de los módulos de la UCT.
- Los bienes y servicios de interés público, la generación de empleo. La tecnología en el empleo y habilidades requeridas en el trabajo.
- Uso de los productos tecnológicos en general.
- Uso de los módulos de la UCT.

Tecnología y medio ambiente:

- El impacto de los productos tecnológicos en la historia (el fuego, la rueda, Internet, etc.).
- El control de la contaminación.
- Valoración crítica de los efectos ambientales de la producción tecnológica.
- Uso, mal uso y abuso de la tecnología en nuestra ciudad y en nuestro país.

Los alumnos trabajan en el taller de tecnología a partir de actividades propuestas por el coordinador. La mayoría de estas actividades incluye situaciones problemáticas¹⁸ a resolver, aún cuando no todas están enmarcadas en proyectos tecnológicos –algunas son muy simples y se plantean sólo como problemas técnicos–.

¹⁸ La enseñanza a través de la resolución de problemas es uno de los métodos más invocados para poner en práctica el principio general de aprendizaje activo. Lo que en el fondo se persigue con ella es ejercitar –en lo posible, de una manera sistemática– los procesos de pensamiento eficaces en la resolución de verdaderos problemas. Tengo un verdadero problema cuando me encuentro en una situación desde la que quiero llegar a otra –unas veces, bien conocida; otras, un tanto confusamente perfilada– y no conozco el camino que me puede llevar de una a otra. La enseñanza por resolución de problemas pone el énfasis en los procesos de pensamiento, en los procesos de aprendizaje y toma no sólo contenidos de Tecnología sino también de otras disciplinas.

Se trata de considerar como lo más importante:

- que el alumno manipule los objetos tecnológicos,
- que active su propia capacidad mental,
- que ejercite su creatividad,
- que reflexione sobre su propio proceso de pensamiento, a fin de mejorarlo conscientemente,
- que, de ser posible, haga transferencias de estas actividades a otros aspectos de su trabajo mental,
- que adquiera confianza en sí mismo,
- que se divierta con su propia actividad mental,
- que se prepare, así, para otros problemas de la ciencia y tecnología y, posiblemente, de su vida cotidiana,
- que se prepare para los nuevos retos de la tecnología y de la ciencia.

¿Cuáles son las ventajas de este tipo de enseñanza? ¿Por qué esforzarse para conseguir tales objetivos? He aquí unas cuantas razones interesantes:

- porque es lo mejor que podemos proporcionar a nuestro jóvenes: capacidad autónoma para resolver sus propios problemas,
- porque el mundo evoluciona muy rápidamente: los procesos efectivos de adaptación a los cambios de nuestra ciencia y de nuestra cultura no se hacen obsoletos,
- porque el trabajo se puede hacer atrayente, divertido, satisfactorio, autorrealizador y creativo,
- porque muchos de los hábitos que así se consolidan tienen un valor universal,
- porque es aplicable a todas las edades.

(Adaptado de Miguel de Guzmán. Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. “La resolución de problemas –problem solving– en la enseñanza de la Tecnología”. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. www.oei.es)

A modo de ejemplo, presentamos algunas de las actividades que generan un alto grado de motivación en los alumnos:

- *Ponteforte SRL*
- *Loarmamo & Lodibujamo*
- *Aguasarriba SRL*

Ponteforte SRL

Ésta es la primera actividad que planteamos a los alumnos. Es muy sencilla de interpretar y muy rica en contenidos; logra concentrar el interés y está planteada como un desafío técnico: la construcción de un puente; parte de los saberes previos: quién no observó algún puente alguna vez y se detuvo en su estructura; implica un conflicto cognitivo: el diseño, la construcción, el manejo del material, las condiciones del problema, etc.; y, además, involucra saberes de otras disciplinas.

Ponteforte SRL

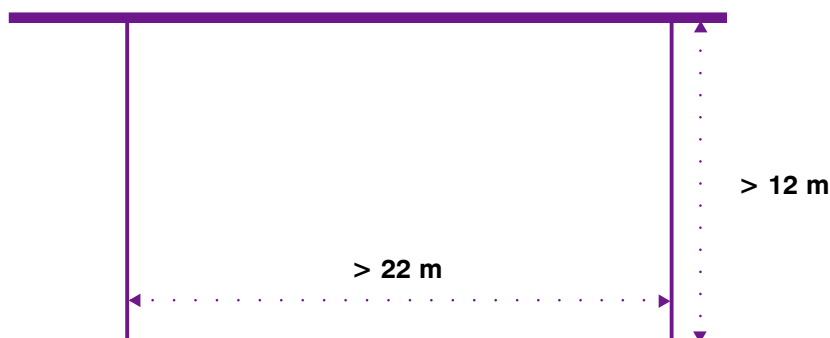
En el cruce de dos carreteras se producen continuos accidentes.

Por este motivo, Vialidad Nacional ha convocado a la empresa Ponteforte SRL para construir un puente elevado.

Ponteforte SRL solicita el diseño a nuestro grupo, para lo cual, debemos volcar la solución tecnológica en una maqueta.

Las condiciones que debe cumplir la maqueta son:

- Realizada en papel, empleando una sola hoja oficio (por aquello de “recursos escasos”).
- En escala 1:100.
- Deberá soportar el peso de tres monedas grandes colocadas en el centro (que equivalen al peso de los vehículos que pasarán por el puente).
- Las dimensiones del puente, debido al ancho de la carretera y a la altura de los camiones especiales, requieren que la distancia de los pilares sea mayor de 22 metros y que la altura de éstos sea mayor de 12 metros.





Esta actividad permite integrar contenidos relacionados con:

- resistencia de materiales,
- estructuras: perfiles,
- transformación de materiales,
- formas geométricas,
- seguridad vial,
- proyecto tecnológico,
- análisis de producto.

Para aprovechar el interés, pedimos a los alumnos que trajeran, para la semana siguiente, artículos relacionados con puentes, su historia, imágenes, etc.

Luego, les planteamos la posibilidad de armar un informe que incluyera sus características técnicas, la necesidad que dio origen a su construcción, los beneficios que proveyó su instalación, un análisis de la modificación del medio en el cual fue introducido –un análisis del impacto ambiental y social de la construcción–, cambios en los modos de vida, etc.

Y, un primer acercamiento de los alumnos a las estaciones de la UCT:

¿Para qué sirve esta estación?

Ahora bien, hasta aquí has trabajado con una consigna de tecnología que te planteaba realizar un producto tecnológico para satisfacer una necesidad concreta: solucionar el problema del cruce de carreteras.

Ahora, te proponemos buscar en las estaciones de energía de la UCT, cuál es la necesidad que dio origen a su creación.

Podés consultar la introducción en la computadora, para que te ayude a encontrar la respuesta.

Actividad 7

El sentido de cada estación de la UCT

¿Qué le parece si usted también detecta y sistematiza la necesidad que satisfacen algunas de las estaciones de la UCT?

Loarmamo & Lodibujamo

Loarmamo & Lodibujamo. Primera parte

Nuestra empresa, que está especializada en juegos didácticos, necesita enviar a sus distribuidores un fax sobre un novedoso objeto o animal confeccionado con bloques.

Ustedes pertenecen a nuestro equipo técnico; por lo tanto, van a:

- Armar/construir un objeto o animal con las piezas que tienen a su disposición.
- Completar una planilla para la transmisión de todos los datos necesarios, de modo tal que las personas que reciben el fax puedan construirlo exactamente igual.
- Entregar el objeto y las instrucciones al coordinador.

Tienen un tiempo máximo de 45 minutos para realizar toda la actividad.

Con un número acotado de piezas, los alumnos obtuvieron diseños novedosos. Además de la construcción, al tener que realizar un croquis del producto para poder transmitirlo, surgió la dificultad de cómo representar la información a enviar, y la necesidad de estandarizar el croquis (piense que los alumnos que la mayoría de los alumnos que participan de la experiencia no conoce las normas IRAM de dibujo) y de encontrar un código que pudiera ser interpretado por quien recibiera el fax.

Una segunda parte de la tarea permitió a los alumnos de cada grupo situarse en el rol de los distribuidores a quienes estaban destinadas las instrucciones planteadas por otro de los equipos diseñadores.

Loarmamo & Lodibujamo. Segunda parte

Como distribuidores, debemos armar el producto según las instrucciones recibidas.

Para esto, sigan “al pie de la letra” las instrucciones y construyan el modelo.

Escriban todas las dificultades que encontraron al construirlo, para informarlas a la empresa.

El cierre de la actividad se dio, cuando cada grupo destacó los problemas que les ocasionaron las instrucciones enviadas por sus compañeros; aquí, se nos presentó un excelente momento para incluir aportes teóricos sobre los códigos en tecnología, el camino de la información, el dibujo técnico: croquis, escalas, etc.

Para que los alumnos integraran la normativa técnicas, les propusimos el...

Diseño de folletos

Para que nuestros visitantes sepan de qué se trata, les pedimos que armen un folleto explicativo de una estación de la UCT que contenga:

- un croquis,
- un detalle de los componentes de la estación,
- un breve manual de uso.

Como el profesor no puede con su genio, realizaremos un concurso para elegir el mejor folleto del taller; basaremos la elección en los siguientes criterios:

- Prolijidad.
- Presentación.
- Buena redacción.
- Claridad en los croquis.
- Referencias del croquis.
- Dimensiones a escala.

Aguasarriba SRL

Aguasarriba SRL

Para la provisión de agua de un nuevo barrio que se está construyendo, se debe diseñar un dispositivo que permita sostener el tanque, asegurando la presión necesaria para la distribución de este vital elemento.

La firma Aguasarriba SRL, responsable del proyecto y dirección de la obra, ha pedido colaboración a su equipo de trabajo.

Para la construcción del dispositivo dispone de caños galvanizados y bulones. La viabilidad de su propuesta debe ser verificada mediante un modelo a escala, construido con sorbetes y alfileres, que actuarán como equivalente de los caños y los bulones.

Las condiciones que debe cumplir dicho modelo son:

- Debe autosostenerse.
- Debe soportar una carga estática de 1 Kg., colocada en el extremo superior.
- Debe tener una altura entre 20 y 22 cm.
- Su base de sustentación debe tener entre 63 y 70 cm².

La construcción del modelo implica seguir la siguiente tarea:

- Diseñar dos o más soluciones constructivas para el problema a identificar. Elegir una de ellas.
- Organizar el grupo humano de trabajo para la planificación y la ejecución del proyecto.
- Realizar croquis o planos, y cálculo de costos.
- Ejecutar el proyecto de acuerdo a los planos y parámetros establecidos en la etapa de diseño.
- Evaluar el modelo, comparando los resultados obtenidos con el proyecto planteado y, de ser necesario, mejorar la propuesta en base a esta comparación.

Para la realización del trabajo dispone de un tiempo máximo de 2 horas. Además de la construcción del modelo, debe presentar un informe con el boceto (croquis o plano) y el costo, teniendo en cuenta que los precios unitarios son:

- sorbetes \$2 y
- alfileres \$ 0,20.

Debe considerarse que los pliegos de licitación indican que el costo de cada dispositivo es de **\$ 35**.



En el taller no trabajamos con esta actividad en un comienzo del proceso de aprendizaje de los chicos, ya que involucra una gran cantidad de contenidos de Tecnología (por ejemplo, aquí cobra protagonismo el problema de los costos y de los presupuestos). Estos contenidos son:

- Resistencia de materiales.
- Estructuras.
- Elementos de unión
- Transformación de materiales.
- Formas geométricas.
- Proyecto tecnológico.
- Análisis de producto.
- Tecnología de la información y las comunicaciones.
- Cálculo de costos y presupuestos.
- Dibujo técnico: croquis.
- Normas IRAM para dibujo, etc.

4. OTRA ENTRADA A LA UCT: DE LOS MECANISMOS AL ROBOT

En el ámbito escolar no siempre es posible tener un robot al alcance. En la UCT, en cambio, si está accesible a través de la estación de robótica¹⁹.



¿Cómo enseñar con este equipamiento? ¿Qué enseñar? ¿Cómo integrar el robot en una planificación de Educación Tecnológica? Son algunas de las preguntas que intentamos responder a través de la experiencia “Otra entrada a la UCT: De los mecanismos al robot”.

Comenzamos con los mecanismos

Nos interesaba que, en el momento inicial de esta capacitación, los docentes asistentes al curso indagaran en ciertos mecanismos.

La propuesta que planificamos consistió, entonces, en analizar sistémicamente una serie de cajas –cajas negras²⁰– que, inicialmente, simulaban el movimiento de un limpiaparabrisas.

En este análisis, el enfoque sistémico actuaría como herramienta para posibilitar, por un lado, comprender la globalidad de un sistema y, por el otro, construir el conocimiento tecnológico referido, específicamente, a mecanismos.

Para esto, presentamos a nuestros colegas una primera lámina²¹:

¹⁹ Esta estación permite a las personas que se forman o se capacitan en ella comprender la tecnología robótica, y los procedimientos requeridos para activar y controlar un robot, escribiendo, comprobando y llevando a cabo sus propios programas, a través de un set cerrado de comandos de control. Incluye un brazo robótico cuyo manipulador puede moverse en dos espacios dimensionales y desarrollar un movimiento vertical; este movimiento es implementado por medio de pequeños motores eléctricos, controlados por la computadora; empleando la tecnología del vacío, el manipulador puede elevar pequeños discos y moverlos de un lado al otro, con movimientos controlados por un programa simple dedicado a la creación del movimiento del manipulador y la trayectoria de la operación. El soft de la estación permite crear la secuencia de trayectoria de un diagrama, realizar la simulación del procedimiento y, finalmente, ejercitar el proceso del sistema actual.

²⁰ Representación de una parte del mundo que se acepta en su globalidad, sin considerar útil examinar los mecanismos de su funcionamiento. Para comprender el potencial de las cajas negras, el usuario debe poseer ciertas competencias:

- Debe comprender la herramienta que utiliza. Es decir, conocer el funcionamiento de la máquina (aquí se ponen en juego desde conocimientos de otras disciplinas hasta la capacidad de modelizar).
- Conocer la lógica del funcionamiento de la máquina. La máquina se construyó para ser utilizada de determinada manera, por lo tanto se impone una naturaleza de esta lógica (superar la instancia procedimental, facilitar la comprensión de bloqueos o errores, poder servirse de la máquina con fines personales, que pueden no ser los de quienes la concibieron).
- No serán posibles las manipulaciones si el individuo no posee las aptitudes requeridas por la ergonomía de la herramienta (como la comprensión de códigos).

(Adaptado de Fourez, Gérard. 1997. Alfabetización científica y tecnológica. Colihue. Buenos Aires.)

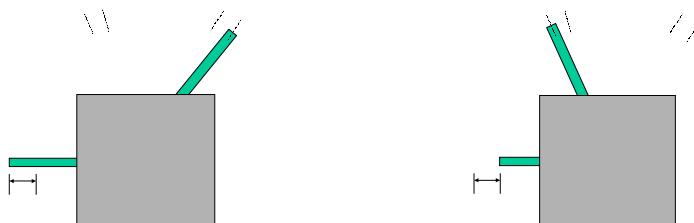
²¹ Estas láminas fueron entregadas en el desarrollo del Programa Nacional ForDeCap, del MECyT de la Nación, durante los años 2000 y 2001.



Les pedimos:

- Describir el movimiento de la palanca superior cuando es accionada la palanca inferior.
- Modelizar la transformación de movimiento.

Resuelta la tarea, entregamos una segunda lámina:



Les pedimos:

- Describir el movimiento de la palanca superior cuando es accionada la palanca inferior.
- Describir las similitudes y diferencias con la lámina anterior.
- Modelizar la transformación de movimiento.

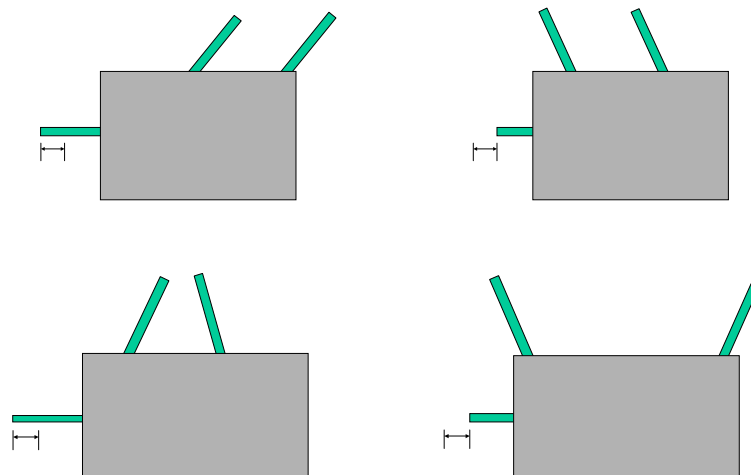
En una tercera instancia...



Les pedimos:

- Describir el movimiento de la palanca superior cuando son accionadas las palancas inferiores.
- Modelizar la transformación de movimiento.

Y, finalmente:



Les pedimos:

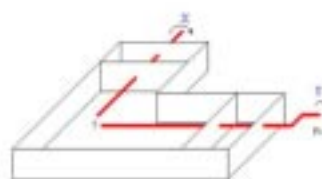
- Describir el movimiento de las palancas superiores cuando es accionada la palanca inferior.
- Especificar qué similitudes o diferencias se pueden enfatizar.
- Modelizar la transformación de movimiento.

A continuación, enfocamos la propuesta en otro tipo de mecanismos que surgen al intentar realizar otro tipo de movimientos: de rotación, rotación y traslación, etc.

A diferencia de la primera, la propuesta consistió aquí en construir el mecanismo que permitiera realizar tal o cual movimiento; pasamos, así, de una actividad de análisis a una de diseño.

Construcción de mecanismos. Primera parte

Proponemos a usted y a su grupo la construcción de una caja como la de la figura, que contenga dos manivelas de alambre **X** e **Y**, para ser giradas a mano.



Una vez terminada, diseñen un mecanismo que permita hacer girar la manivela **Y** cuando gire la manivela **X**, respetando el sentido que indica la figura anterior.

El mecanismo debe cumplir con los requisitos de:

- ser pequeño,
- ser operativo y
- ser lo más sencillo posible.

Luego de construida la solución y verificado su funcionamiento, les pedimos realizar un croquis del mecanismo, y explicar cómo funciona y qué función cumple.

Comenten las ideas que hayan aparecido en el grupo en el momento de diseñar el mecanismo, indicando cuáles fueron descartadas y por qué.

Construcción de mecanismos. Segunda parte

Ahora, les pedimos que:

- al girar la manivela **X**, la manivela **Y** gire en sentido contrario.

Una vez diseñado, construido y verificado el funcionamiento de este nuevo mecanismo, les solicitamos:

- hacer un croquis,
- explicar cómo funciona y
- especificar qué función cumple.

Además, comentar otras ideas que hayan surgido en el grupo durante la tarea, puntualizando por qué las rechazaron.

Construcción de mecanismos. Tercera parte

Ahora, el problema es que:

- al girar la manivela **X** una vuelta, la manivela **Y** gire dos vueltas.

Una vez diseñado, construido y verificado el funcionamiento de este tercer mecanismo, les solicitamos:

- hacer un croquis,
- explicar cómo funciona y
- especificar qué función cumple.

Además, comentar otras ideas que hayan surgido en el grupo durante la tarea, puntualizando por qué las rechazaron.

Construcción de mecanismos. Cuarta parte

Construyan en forma individual o en parejas un prototipo (puede ser un juguete, un adorno...) en el que se apliquen uno o más de los mecanismos trabajados. En el caso de que el trabajo sea hecho en parejas, deberán aplicar dos mecanismos diferentes.

Junto con el modelo, presenten un informe técnico que contenga:

- Croquis del modelo.
- Materiales utilizados.
- Explicación de la construcción.
- Mecanismos aplicados y su función.

Los profesores también tuvieron la ocasión de pensar en cómo introducir a sus alumnos en la problemática del control de mecanismos –que les permitiera, luego, entender qué es un robot–:

Ideas básicas acerca de engranajes

El profesor De Marco hace poco tiempo que trabaja en el taller y se dispone a plantear a sus alumnos situaciones problemáticas que integran el contenido **engranajes**. Pero, no tiene tan claro aún qué quiere que los alumnos aprendan sobre el tema.

Solicitamos a usted y a su grupo que organicen –a través de un cuadro sinóptico, un mapa de capacidades, una red...– la siguiente lista de ideas básicas a trabajar con sus alumnos.

1. Si el impulsor es dos veces mayor que el seguidor, éste girará dos veces más rápido.
2. Cuando una rueda dentada gira, sus dientes tocan los dientes de la otra rueda y la hacen mover.
3. Es posible encontrar muchas máquinas que poseen engranajes en su interior.
4. Si el impulsor es tres veces mayor que el seguidor, éste girará tres veces más rápido.
5. Los engranajes pueden estar en máquinas tan diferentes como las bicicletas, los autos, los abrelatas, las lectoras de CD o las batidoras.
6. Los engranajes son mecanismos que permiten transmitir y transformar movimientos circulares.
7. Los engranajes se utilizan para transmitir el movimiento de los motores o las manivelas a las otras partes de las máquinas.
8. Si la seguidora tiene mayor cantidad de dientes, girará más despacio que la impulsora.
9. Las poleas presentan problemas de deslizamiento frente a esfuerzos importantes; los engranajes, en cambio, no se deslizan.
10. Las personas, cuando diseñan máquinas, deciden poner engranajes, si se necesita que la herramienta (o efector) gire más rápido o más despacio que el motor.
11. Mediante los engranajes es posible reducir el esfuerzo necesario para hacer funcionar a las máquinas.
12. Los engranajes pueden ser de plástico o de metal. Antiguamente, eran de madera.
13. Los engranajes están formados por ruedas con dientes.
14. Una de las ruedas dentadas cumple la función de impulsora y la otra de seguidora.
15. La rueda seguidora siempre gira en sentido contrario al de la rueda impulsora.
16. Si se necesita mantener el sentido de giro, hay que intercalar un tercer engranaje entre el seguidor y el impulsor.
17. Si la impulsora y la seguidora tienen igual cantidad de dientes, ambas girarán a la misma velocidad.
18. Si la seguidora tiene menor cantidad de dientes, girará más rápido que la impulsora.
19. Las poleas son más ventajosas que los engranajes cuando se necesita transmitir movimientos a distancia, porque con ellas sólo es necesario alargar las correas.
20. Los engranajes pueden cambiar el plano de movimiento, haciendo que una rueda que gira sobre un eje mueva a otra ubicada sobre un eje perpendicular.
21. Cuanto mayor es el diámetro de la rueda, mayor es la cantidad de dientes.
22. La relación entre el tamaño de las ruedas dentadas es igual a la relación de velocidades entre ambas.
23. Si el engranaje del impulsor es dos veces menor que el seguidor, éste girará dos veces más despacio.
24. La función de los engranajes se parece a la de las poleas, porque ambos transmiten y transforman movimientos circulares.

Capacidades de los alumnos acerca de los engranajes

Aquí tenemos una lista desordenada de capacidades²² que el profesor De Marco se propone que sus alumnos construyan.

Al igual que con las ideas básicas, planteamos a usted y a su grupo encontrar un criterio didáctico y efectuar una organización a través de un cuadro sinóptico, un mapa de capacidades, una red...

Capacidades de los alumnos respecto de los engranajes:

1. Capacidad para interpretar representaciones y, a partir de ellas, construir máquinas con mecanismos.
2. Capacidad para analizar y comparar información.
3. Capacidad para seleccionar el tamaño de los engranajes más adecuados para una determinada aplicación.
4. Capacidad para manipular mecanismos y armar con ellos máquinas sencillas.
5. Capacidad para observar máquinas e identificar en ellas la función de los mecanismos.
6. Capacidad para analizar comportamientos de las máquinas.
7. Capacidad de reconocer la necesidad de utilizar engranajes para reducir la velocidad de una máquina.
8. Capacidad de relacionar los cambios en la estructura de una máquina, con los cambios en su comportamiento.
9. Capacidad de describir comportamientos de máquinas, sin conocer su estructura.
10. Capacidad de reconocer, en una representación en perspectiva, la ubicación de las partes.
11. Capacidad de seleccionar las propiedades de un determinado mecanismo, de acuerdo con la aplicación.
12. Capacidad para trabajar con la información organizada en tablas.
13. Capacidad para evaluar resultados.
14. Capacidad para relacionar la forma de los engranajes con la función que cumplen.
15. Capacidad de modificar la estructura de una máquina, para cambiar su comportamiento.
16. Capacidad para seleccionar entre poleas y engranajes, dependiendo de la aplicación.
17. Capacidad para inferir relaciones a partir de datos organizados en tablas.
18. Capacidad de reconocer la necesidad de uso de un determinado mecanismo.
19. Capacidad de reconocer similitudes y diferencias entre mecanismos diferentes.
20. Capacidad para comunicar información.
21. Capacidad para formular hipótesis.
22. Capacidad para proyectar máquinas con engranajes.
23. Capacidad para interpretar información.

Actividad 8

Una nueva actividad referida a mecanismos

Como usted ha podido observar, hasta aquí no hemos incluido a las estaciones de la UCT como recursos didácticos que aporten a la comprensión de los mecanismos.

²² Desde la perspectiva que orienta este trabajo, "capacidad" implica una cualidad o conjunto de cualidades de las personas, cuya posesión o desarrollo les permiten enfrentar la realidad en condiciones más favorables. Se trata de una actividad intelectual que se manifiesta a través de un contenido y constituye, en este sentido, una plataforma desde la cual se siguen desarrollando nuevas capacidades, procesando, incorporando, y produciendo nueva información y nuevos conocimientos.

Le proponemos diseñar una actividad –vinculada o no a la secuencia que acabamos de presentarle–, en la que algún equipo de la unidad permita a sus alumnos resolver un problema tecnológico, apelando a conceptos referidos a mecanismos.

Analizamos autómatas

A lo largo del itinerario que nos permitiría llegar al robot a través de los mecanismos, tuvimos una estación intermedia que consistió en el análisis del funcionamiento de autómatas:

Autómatas²³

Utilizando el material acerca de la historia de los autómatas que incluimos a continuación, les proponemos determinar:

- ¿Cuáles son los rasgos de un autómata?
- ¿Qué producto tecnológico conocido puede ser considerado un autómata?
- ¿Qué áreas del conocimiento tecnológico convergen para el desarrollo de un autómata?

Historia de los autómatas²⁴

Desde hace cientos de años antes de Cristo, se comenzaron a crear autómatas, antecesores de los autómatas actuales.

Le presentamos una lista de autómatas considerados como precursores.



- En 1500 a.C., Amenhotep, hermano de Hapu, construye una estatua de Memon, el rey de Etiopía, que emite sonidos cuando la iluminan los rayos del sol. al amanecer.
- En el 500 a.C., King-su Tse, en China, inventa una urraca voladora de madera y bambú, y un caballo de madera que saltaba.
- Entre el 400 y 397 a.C., Archytar de Tarento construye un pichón de madera suspendido de un pivote, el cual rotaba con un surtidor de agua o vapor, simulando el vuelo.
- Archytar es el inventor del tornillo y la polea.

²³ La actividad que, originalmente, utilizamos durante la capacitación docente incluye la proyección y el análisis posterior del video "Autómatas" de TV Quality.

²⁴ Obtenido del portal educativo "Vi-e" :

- http://www.vi-e.cl/internas/construy/home_constr_red.htm.

- Entre el 300 y 270 a.C., Cresibio inventa una clepsidra (reloj de agua) y un órgano que funciona con agua.
- Entre el 220 y 200 a.C., Filon de Bizancio inventa un autómeta acuático y la catapulta repetitiva.
- En el año 206 a.C., es encontrado el tesoro de Chin Shih Hueng Ti consistente en una orquesta mecánica de muñecos; es hallada por el primer emperador Han.
- En el año 62, Hero de Alejandría hace un tratado de autómetas, un famoso registro de aplicaciones de la ciencia que pueden ser demostradas por medio de un autómeta; como su teatro automático, en el cual las figuras montadas en una caja cambian de posición ante los ojos de los espectadores: pájaros cantores, trompetas que suenan, medidores de la fuerza del vapor, animales que beben, termoscopios, sifones y máquinas que operan con monedas.
- Año 33; Hsieh Fec construye un carro con cuatro ruedas con la figura de Buda, hecha de madera de sándalo.
- En el año 700 Huang Kun construye barcos con figuras de animales, cantantes, músicos y danzarines que se mueven.
- En el 770, Yang Wu-Lien construye un mono que extiende sus manos y dice “¡Limosna! ¡Limosna!”, guardando su recaudación en una bolsa, cuando alcanza un peso determinado.
- El príncipe Kaya, hijo del Emperador Kannu, construye en el año 840 una muñeca que derrama agua.
- En el 890, Han Chih Ho hace un gato de madera que caza ratas y moscas-tigre que bailan.
- El sabio príncipe hindú Bhoja, escribe, en el año 1050, el *Samarangana-Sutradhara*, que incluye comentarios sobre la construcción de máquinas o yantras.
- Alberto Magno (1204-1272) crea un sirviente mecánico.



- Roger Bacon (1214-1294) construye, después de siete años, una cabeza que habla.
- En el año 1235, Villard d'Honnecourt hace un libro de esbozos que incluyen secciones de dispositivos mecánicos, como un ángel autómeta, e indicaciones para la construcción de figuras humanas y animales.
- Reloj con forma de gallo que canta en la catedral de Strasbourg, que funciona desde 1352 hasta 1789.
- Leonardo Da Vinci construye, en el año 1500, un león automático en honor de Luis XII.
- Salomón de Caus (1576-1626) construye fuentes ornamentales y jardines plateros, pájaros cantarines e imitaciones de los efectos de la naturaleza.
- En 1640, René Descartes inventa un autómeta al que se refiere como “mi hijo Francine”.
- En 1662, se abre en Osaka el teatro Takedo de autómetas.
- Jacques de Vaucanson, construye el pato, el autómeta más conocido: un

pato hecho de cobre, que bebe, come, grazna, chapotea en el agua y digiere su comida como un pato real. Previamente, construye un flautista y un tamborilero, en 1738; el primero consiste en un complejo mecanismo de aire que causa el movimiento de dedos y labios necesarios para el funcionamiento normal de una flauta.



- Los Maillardet (Henri, Jean-David, Julien-Auguste, Jacques-Rodolphe) hacen su aparición a finales del siglo XVIII y principios del XIX, construyendo un escritor-dibujante, con la forma de un chico arrodillado con un lápiz en su mano, que escribe en inglés y en francés, y dibuja paisajes. Construyen, además, un mecanismo “mágico” que responde preguntas y un pájaro que canta en una caja.
- Robert Houdini construye una muñeca que escribe. También realiza un pastelero, un acróbata, una bailarina en la cuerda floja, un hombre que apunta con una escopeta y una artista del trapecio.
- Thomas Alva Edison construye, en el año 1891 una muñeca que habla.

Llegamos al robot

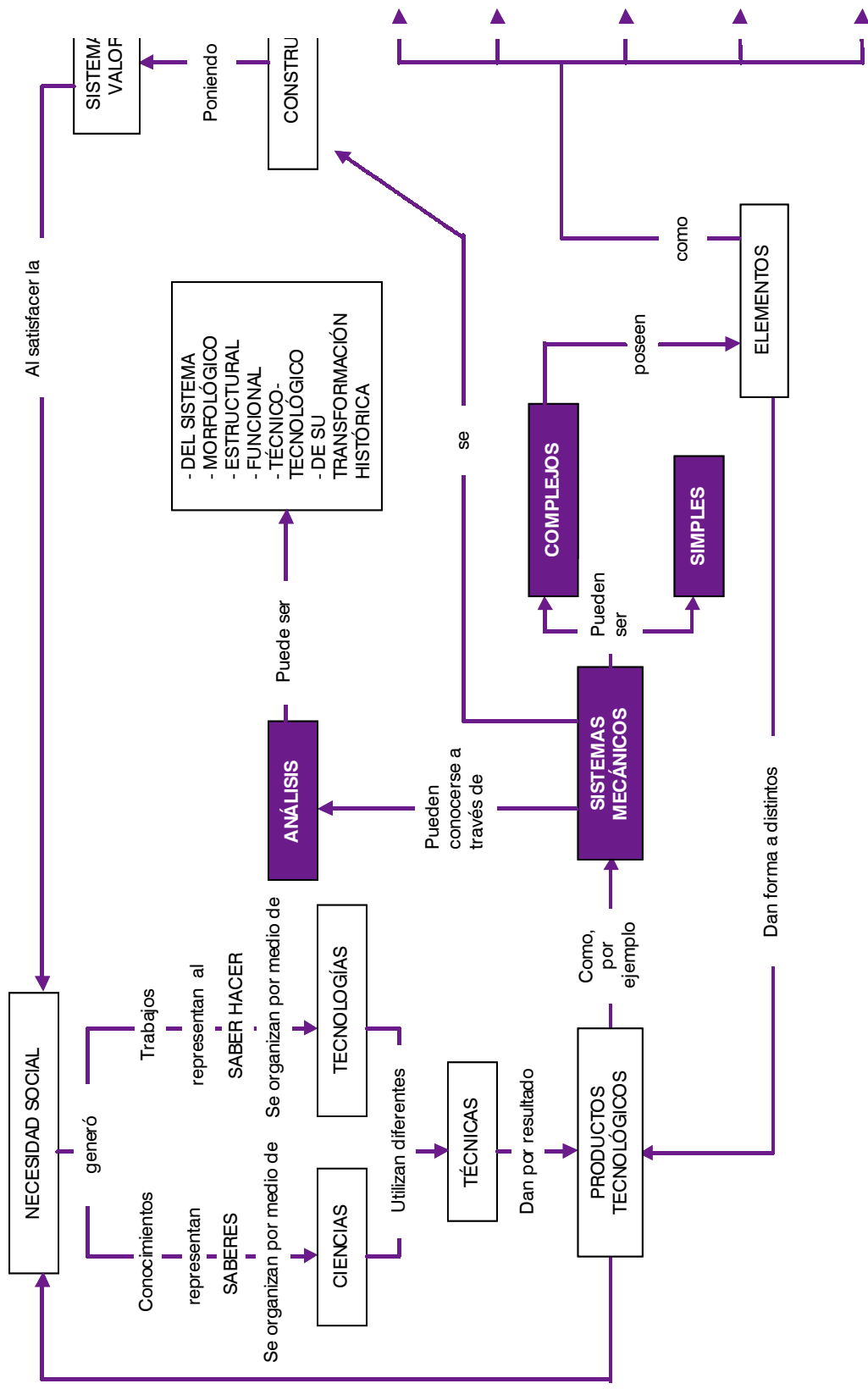
Mecanismos en la UCT

Les proponemos:

- Realizar un análisis de producto de las estaciones de robótica y de almacenamiento de la UCT.
- Identificar los mecanismos que posee cada una.
- Clasificar uno de los mecanismos encontrados.
- Identificar qué función cumple ese mecanismo.

En el espacio de la UCT es posible el estudio de las diferentes técnicas, de los modos de representación y de nociones tales como circuito, máquina, herramienta, impacto ambiental, desarrollo sustentable, etc., que forman parte de la dimensión cultural en la enseñanza de la Tecnología.

En el mapa conceptual que sigue, hemos planteado algunas de estas nociones, resaltando los temas relacionados con mecanismos:



En la estación de mecánica

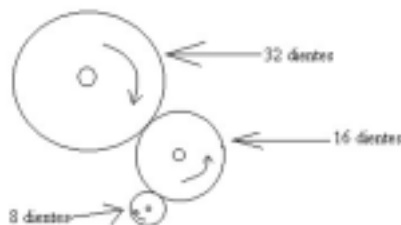
- Trabajamos con el software de mecánica lección 8, 9 y 10.
- Analizamos los cambios de la bicicleta. Para esto vamos a numerar los piñones y los platos de menor a mayor; luego, combinamos distintos platos y piñones, y analizamos los efectos de estas relaciones sobre la fuerza y la velocidad.
- Completamos la siguiente tabla:

	1 vuelta plato 1	1 vuelta plato 2	1 vuelta plato 3
Piñón 1	..... vueltas	..... vueltas	..... vueltas
Piñón 2	..... vueltas	..... vueltas	..... vueltas
Piñón 3	..... vueltas	..... vueltas	..... vueltas
Piñón 4	..... vueltas	..... vueltas	..... vueltas
Piñón 5	..... vueltas	..... vueltas	..... vueltas
Piñón 6	..... vueltas	..... vueltas	..... vueltas

- Trabajamos la relación entre los números de dientes del piñón y del plato; vemos cómo puede simplificarse el cálculo utilizando la formula:

$$\begin{array}{l} \text{N}^\circ \text{ de dientes del engranaje A} = \text{N}^\circ \text{ de vueltas del engranaje B} \\ \text{N}^\circ \text{ de dientes del engranaje B} = \text{N}^\circ \text{ de vueltas del engranaje A} \end{array}$$

- Calculamos: ¿Cuánto aumenta la velocidad de la bicicleta, si el plato tiene 54 dientes y el piñón 18? ¿Cuánto se aumenta la velocidad en el siguiente sistema de engranajes? ¿Por qué?



5. EL PROYECTO DEL SATÉLITE STARSHINE

Por una iniciativa del profesor Gilbert Moore de la Universidad de Utah, en Estados Unidos, estudiantes de todo el mundo pueden participar de la puesta en órbita de un satélite de investigación, asumiendo la responsabilidad de pulir espejos de aluminio²⁵.

Desde 1999, cuando el primer satélite –el *Starshine 1*– partió desde la lanzadera de Cabo Cañaveral, el proyecto ha cosechado gran cantidad de elogios de todas partes del mundo.

¿Cómo nos integramos en el proyecto? En diciembre del 2001, la revista de divulgación científica *Science&Nasa*, publicó un artículo que contenía la forma de participar y, desde el Centro de Demostraciones de Ciencia y Tecnología de General Roca, decidimos participar en él...

En marzo del año siguiente recibimos una caja conteniendo el *kit* de espejos, pastas abrasivas, lentes, y un CD y un video con las instrucciones. A partir de ese momento, realizamos una convocatoria de alumnos interesados en la propuesta de conocer acerca de los satélites y de pulir los espejos de éste, de acuerdo a las normas establecidas por la NASA –*National Aeronautics and Space Administration*; Estados Unidos–.



En el marco de esta experiencia con *Starshine*, desde el Centro diseñamos tres actividades:

- **Taller de tecnología satelital:** Para permitir a los alumnos conocer y comprender los productos y procesos tecnológicos involucrados en el *Starshine*, les propondríamos investigar cómo aportan las tecnologías que poseemos en el Centro en cada una de las fases de construcción del satélite: la neumática, la robótica –presente en el brazo mecánico que controla la apertura de la bodega del transbordador *Atlantis*–, la utilización de la energía solar para conseguir energía eléctrica, etc.).
- **Taller de radio:** Con esta experiencia, los alumnos podrían adquirir los conocimientos y las técnicas de producción de un programa de radio destinado a la divulgación de temas de astronomía, ciencia y tecnología. El taller estaría coordinado por periodistas y locutores de la Universidad Nacional del Comahue.
- **Taller de construcción de la página WEB del satélite.** Posibilitaría a los alumnos participantes utilizar las herramientas de diseño de páginas y tratamiento de imágenes, y sistematizar los conocimientos adquiridos. Lo desarrollaría el coordinador del CeDeCyT

²⁵ El sitio oficial del proyecto es:
- www.azinet.com/starshine

Antes de centrarnos en el primero de los talleres –el que involucra protagónicamente a las estaciones de la UCT–, queremos compartir con usted cómo fue desarrollándose la experiencia. Lo haremos a través de la nota periodística...

De Roca a la NASA²⁶

Doce estudiantes roquenses trabajan en el satélite que la NASA lanzará al espacio. Se trata de una bola recubierta de pequeños espejos que girará alrededor de la Tierra. Los chicos se contactaron por Internet y desde Roca participan en el proyecto.

¿Quién no soñó alguna vez con ser astronauta? Flotar en el espacio y ver la Tierra desde afuera, es la fantasía máxima de todo chico. Todavía, ningún niño roquense logró concretar el sueño; pero, hasta ahora nunca se había llegado tan lejos. Un grupo de doce estudiantes de Roca está trabajando en un proyecto que, por intermedio de la NASA, colocará en el espacio a una esfera recubierta de espejos. La bola girará alrededor de la Tierra y servirá para hacer importantes mediciones científicas. Podrá verse a simple vista, como una estrella de las más grandes, pero en movimiento y con destellos.

Los estudiantes tienen entre 11 y 20 años, y pertenecen a distintas escuelas y colegios de Roca. Su aporte al proyecto es simple, pero fundamental: deben pulir tres de los 1.500 espejos que recubrirán la esfera. Los escolares roquenses forman parte de una multitud de miles de estudiantes de más de 300 colegios de todo el mundo que también participan puliendo espejos. Es que el *Proyecto Starshine* necesita la participación de habitantes de distintas partes del globo, no sólo para su preparación, sino también en la fase de investigación.



Tiempo atrás, el profesor Marcelo Palavecino se enteró por una revista especializada de la existencia del *Starshine* y de la convocatoria a colegios de todo el mundo a sumarse a la iniciativa. Sin dudar, escribió directamente al director del proyecto, Gil Moore, solicitando participar. En respuesta, recibió una caja con los tres espejos y los materiales necesarios para pulirlos.



²⁶ Diario "La Comuna", de General Roca, Río Negro; lunes 8 de abril de 2002.

En seguida se armó el grupo de trabajo que debe terminar y enviar los espejos antes del 15 de abril, y los chicos están seguros de que cumplirán con el plazo.

De los tres espejos pulidos en Roca, sólo uno irá colocado en la bola. Otro será el repuesto, por si fallan los que mandan desde otras partes del mundo. Y, el tercero se queda acá en Roca, en recuerdo por haber participado del proyecto.

Los espejos son discos de aluminio de unos tres centímetros de diámetro con un pequeño eje. La tarea de los estudiantes consiste en pulir la superficie de los discos hasta que ésta quede perfecta. Para eso, también recibieron los abrasivos y otros elementos. El pulido consta de tres fases en las que los estudiantes deben ser muy cuidadosos, ya que es importantísimo que el resultado final sea de una gran calidad:

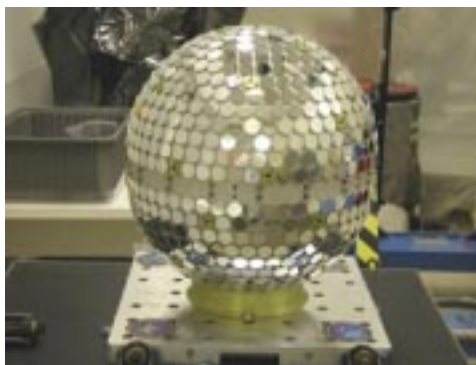
- en un primer momento, se usa una solución de óxido de aluminio colocada en un vidrio; sobre este vidrio se hace girar el disco de aluminio en forma de ocho, para quitar las imperfecciones mayores;
- posteriormente, se desarrollan dos fases más de pulido, en las que se emplea pasta de diamante, para lograr un pulido perfecto.

¿Qué investigan? La función de los espejos es reflejar la luz del Sol en todo momento.



Starshine dará una vuelta al globo cada noventa minutos, acercándose cada vez más a la Tierra; caerá al año de su lanzamiento y se desintegrará antes de tocar la superficie terrestre, por lo que nadie saldrá lastimado.

La bola tendrá un metro de diámetro, no usará ningún propulsor y se moverá por la inercia y la fuerza gravitacional.



Este particular satélite estará en órbita a 470 km. sobre la Tierra, en una región que los científicos llaman la termosfera. A esa altura, el aire es muy tenue –cerca de 10^{12} veces menos denso que el que se encuentra al nivel del mar–. Es una zona que se asemeja más al espacio que a algún lugar de la Tierra.

El objetivo principal de *Starshine* es explorar la relación entre la actividad solar y el decaimiento de la órbita: La parte superior de la atmósfera de la Tierra “respira” hacia adentro y afuera, en respuesta a la cambiante actividad solar. El Sol emite radiaciones muy potentes que calientan la termosfera y la hacen “inflarse”. Esto provoca cambios en la trayectoria de los satélites.

Los científicos que participan en el proyecto explican que hay muy pocas mediciones de la densidad de la atmósfera superior y que la geometría esférica del satélite permite estimar su coeficiente balístico con un grado de certeza razonable.

Por ello, supervisando la órbita del *Starshine* y estudiando cómo decae, es posible calcular la densidad del gas que lo está frenando y arrastrando hacia abajo.



Se espera que estos nuevos conocimientos sirvan para predecir el decaimiento de las trayectorias de satélites y trozos de basura espacial.

Ahora, el Sol emite sus radiaciones en períodos cíclicos de once años. Por eso, para hacer más exhaustiva la investigación, el *Proyecto Starshine* planificó el la puesta en órbita de once bolas, una por cada año.

El grupo de estudiantes encabezado por el profesor Marcelo Palavecino está trabajando en la cuarta bola, la *Starshine 4*, que será lanzada al espacio en enero del 2003 por el transbordador *Atlantis*. En la *Starshine 3*, que ya da vueltas a la Tierra, participaron 40.000 estudiantes de todo el mundo.

La semana pasada, los chicos roquenses le daban los últimos detalles al pulido de sus tres espejos. Con entusiasmo y con la dedicación propia de científicos, observaban la calidad del reflejo. Son: Macarena Calé, Analía Frank, Bárbara Di Nasso, Victoria Andreali, Jorgelina Irigorino, Ayelén Palavecino, Alejandra San Martín, Gabriela López, Yilda Pasini, Julián Alvarez, Alejandro Montenegro y Marco Brussain. Asisten a las escuelas y colegios 133, CEM 1, CEM 16, CEM 9, CEM 73, Domingo Savio, Instituto de Formación Docente y Escuela del Sur.

Ya sueñan con la noche en que, desde el patio de sus casas, vean pasar a la estrella que ellos construyeron.



Usted también puede participar.

El *Proyecto Starshine* necesita para su éxito en la etapa de investigación, de la colaboración de personas de todo el mundo. Ocurre que los científicos deben contar con al menos 800 visualizaciones diarias para poder establecer los cambios de trayectorias que realiza la bola espejada en su movimiento alrededor de la Tierra.

Es por eso que se espera que los estudiantes que trabajaron en la confección de los espejos participen también como observadores, así como también profesores y aficionados a la astronomía en general. Para eso, hay un sitio en Internet (www.Heavens-Above.com) que explica el día y la hora por dónde pasará el *Starshine 3*. Luego de su lanzamiento, se agregará el *Starshine 4*.

Participar como observador es muy simple: Una vez que sepa cuándo se verá desde Roca:

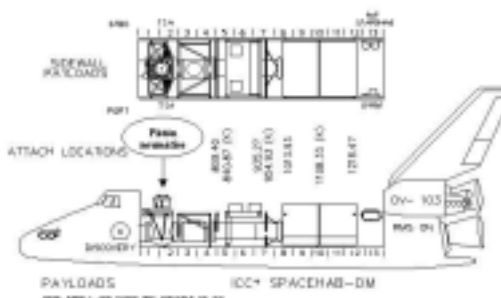
- tome un cronómetro digital y salga a mirar el cielo; el área de observación debe estar lo más lejos posible de las luces, árboles y edificios;
- vaya afuera algunos minutos antes de la hora, para que sus ojos puedan adaptarse a la oscuridad;
- ponga a funcionar el cronómetro cuando vea el primer destello del *Starshine*;
- cuente cinco destellos, incluido el primero, y pare el cronómetro;
- envíe por correo electrónico sus lecturas a Gil Moore, director del proyecto, a la dirección: gilmoore12@aol.com.

Así, usted también habrá aportado su granito de arena a la ciencia.

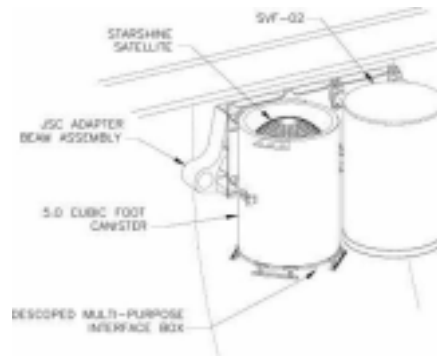
El *Proyecto Starshine* es llevado adelante por un consorcio de voluntarios apoyados por el Laboratorio de Investigaciones Navales de Estados Unidos (US Naval Research Laboratory), el Programa de Subvenciones Espaciales (*Space Grant Program*), y la NASA.

¿Cómo se hizo presente la UCT ?

Durante el taller de tecnología satelital, por ejemplo, a través de la estación de neumática, los alumnos analizaron el pistón neumático que pone en órbita al satélite:



Ubicación del pistón neumático que expulsa el *Starshine*



Dispositivo que expulsa el satélite; distintos elementos que componen el sistema.

6. PLÁSTICOS EN LA UCT

Entremos al taller

La dinámica didáctica de un taller permite integrar práctica y teoría a través de un proyecto de trabajo. La vivencia de situaciones prácticas y su posterior conceptualización, posibilitan un aprender en construcción cooperativa de conocimientos. Entendiendo que esta forma de aprendizaje permite el acceso a los conocimientos con fuerte implicación personal de la persona que aprende, el docente pasa a ser coordinador, animador del grupo, abandonando el lugar tradicionalmente asignado de poseedor absoluto del saber. El rol del que enseña y el del que aprende se desmitifican, al crearse un ámbito de confianza para la revisión de saberes y actitudes –hasta el momento, incuestionables–.

Como esta experiencia de aprender a través de un taller implica un trabajo grupal, requiere de técnicas apropiadas para que los integrantes del equipo alcancen el máximo aprendizaje personal.

Consideraremos estas técnicas de trabajo en taller en una experiencia realizada por alumnos de cuarto año de la modalidad *Construcciones* de una escuela técnica de General Roca, acción coordinada por el profesor Gino Desprini para el abordaje de temas relacionados con el taller de la especialidad y desarrollada a partir de una metodología de proyecto con integración de algunas estaciones de la UCT.

El material protagonista: el plástico

Algunos objetos presentes en nuestras cotidianidades están hechos de materiales que tienen la particularidad de que no existían hasta hace unas décadas.

En el área de Tecnología, una de las ramas más antiguas es la de los materiales y uno de ellos de uso corriente y producto de tecnologías modernas, es el plástico. Como tantos otros descubrimientos, el primer material plástico se descubrió por azar, cuando se indujo la polimerización de una mezcla de fenol con formaldehído. El material resultante, conocido como bakelita, se produjo luego industrialmente y aún ahora se usa en ciertas aplicaciones. Algunos materiales poliméricos se obtienen de fuentes animales o vegetales. La celulosa, el caucho, algunas proteínas, son compuestos naturales que tienen la misma estructura general básica de los polímeros artificiales.

En General Roca se realiza anualmente, en octubre, la **Fiesta del Estudiante**. En ella, los alumnos de todas las escuelas participan de una competencia que consiste en el diseño y la construcción de carrozas para el desfile central, y de kioscos para la venta de comidas al paso y bebidas.

El docente a cargo del taller presentó a los alumnos un proyecto de trabajo para participar de la construcción de un kiosco para la fiesta. El producto a diseñar y construir contaría con algunas características que lo dotaría de un alto valor agregado: estaría construido en un 90% con residuos de cartón y plástico.

El cartón y el plástico que debieron utilizar fueron provistos por el profesor Desprini –quien juntó envases tetrapack de cartón, de un litro de leche durante más de un año; y botellas plásticas de gaseosas de uno y medio, dos y dos litros y medio.

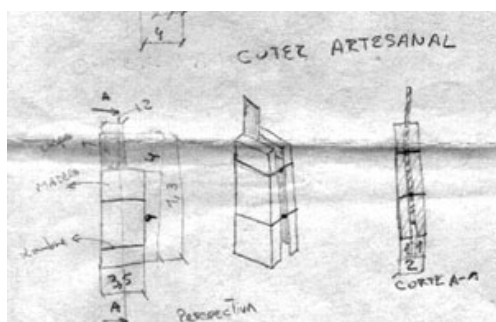
Los envases de cartón sirvieron para cubrir bastidores de 0.50 x 2.10 metros, hechos de álamo que, luego, en la construcción del kiosco, se utilizaron como paredes.



Los envases de plástico se utilizaron para fabricar la cubierta de techo. Para construir esta cubierta fue necesario idear la forma de utilizar la mayor cantidad de material para abarcar la mayor área posible y, así, eliminar el desecho plástico, transformándolo en algo útil: materia prima.

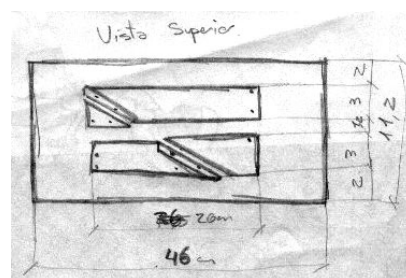
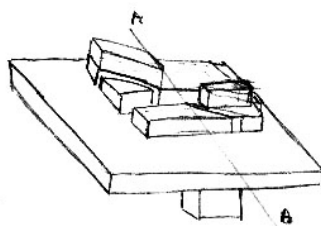


Para lograrlo, los alumnos resolvieron varias situaciones problemáticas planteadas como condiciones del proyecto: por ejemplo, que las herramientas de corte y plegado debían ser inventadas y fabricadas en y con los materiales del taller.



Para contar con las herramientas, los alumnos tuvieron que diseñarlas, construirlas y comprobar su funcionamiento –evaluarlas–; además, repetir la experiencia en caso de que no funcionaran y volver al comienzo –rediseño–.

Otra de los problemas a resolver por el grupo de alumnos de cuarto año fue el de construir matrices de corte que optimizaran el tiempo de las tareas. Puesto que el trabajo planteado era mucho, resultaba imperioso organizarse como grupo y repartirse las tareas.

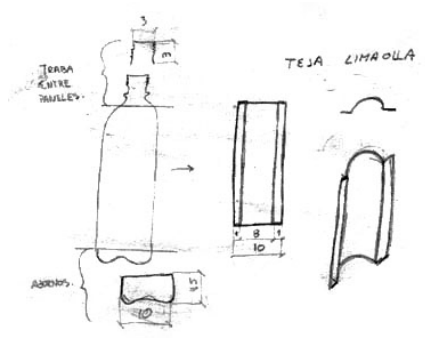


Matriz de corte en ángulo en tablas de álamo, para el bastidor.

A éste se sumó otro problema: como se contaba con envases diferentes ($1\frac{1}{2}$, 2, y $2\frac{1}{4}$ litros), fue necesario adaptar matrices y herramientas a cada uno de los tamaños.



Matriz de corte de botellas plásticas (1)



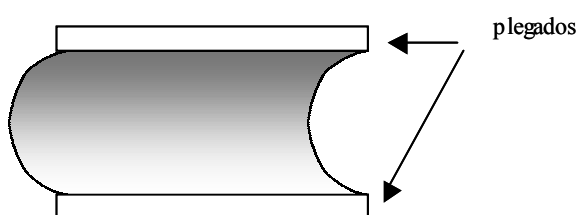
Matriz de corte de botellas plásticas (2)

Estas matrices de corte fueron utilizadas para construir dos tipos de cubiertas plásticas:

- a) La “lima hoya”, corte de la botella cuyo tamaño es igual a un medio cilindro, que contiene dos plegados “alas” que permiten clavarla.



Secuencias de plegado

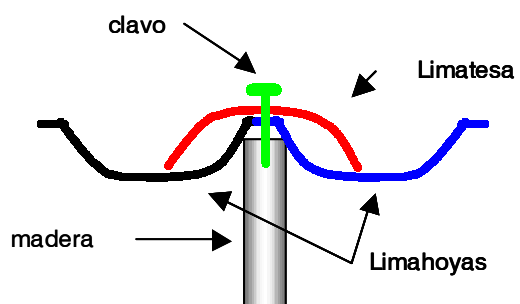


- b) La “lima tesa”, corte de la botella cuyo tamaño es igual a un medio cilindro, que sirve para “tapar” dos “limahoyas” encimadas.

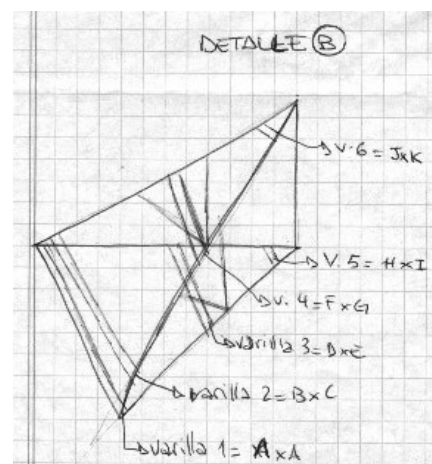
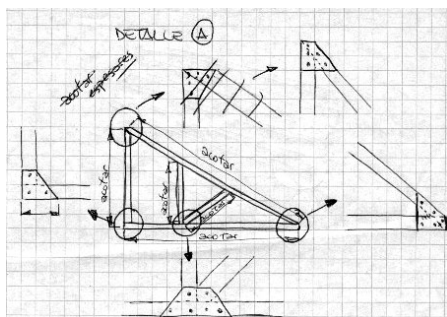


- c) Colocación:





d) Resolución del techo:



Paneles de techo



Paneles de pared hechos con cartón



- e) Unión de paneles: Para unir los paneles se utilizó el pico de la botella –cumpliendo la función de tornillo– con su tapa –función de tuerca–.



Elemento de unión



Pico de la botella y su tapa

El trabajo dentro del aula de UCT cobra otro significado cuando los recursos tecnológicos se enmarcan en un proyecto tecnológico.

En ocasiones, las ideas o iniciativas que impulsan los proyectos aparecen como consecuencia de conocer las limitaciones del equipamiento. Por ejemplo, en este proyecto intervienen varias de las tecnologías con que cuenta la UCT; pero, en ningún caso, el contenido de los módulos hace referencia al aprovechamiento del material de residuo plástico.

Quizás sin haberse planteado un desafío tecnológico, el solo hecho de poseer una conducta responsable frente a la naturaleza, llevó al docente a proponer un trabajo de este tipo, donde los alumnos recurrieron al material que ofrece el módulo de moldeo, investigando algunas de las propiedades de los envases de gaseosas, su composición, etc.

Por otra parte, como en la zona se utiliza el *air pack* (polietileno con burbujas de aire) para envolver las manzanas y peras antes de colocarlas en las cajas, los alumnos estuvieron investigando otros usos y aplicaciones –como, por ejemplo, “forrar” los paneles laterales–; pero, el alto costo del material impidió continuar con la idea.

La organización didáctica del proyecto

La tarea se desarrolló a partir de una planificación didáctica:

Eje: Proyecto tecnológico y análisis de producto EL KIOSCO			
Objetivos	Contenidos específicos de tecnología	Actividades	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar la idea contenida en los proyectos elaborados por terceros. - Elaborar la documentación técnica, gráfica y escrita de dicho proyecto. - Proyectar las etapas de construcción. - Controlar el proceso de construcción, en cuanto a los criterios de calidad, seguridad, impacto ambiental, costos. - Gestionar y administrar los recursos: materiales, máquinas, humanos, herramientas y de seguridad, que se han de utilizar. - Comunicar los avances del proyecto de manera sencilla y eficaz. contenidos de tecnología y de otras disciplinas, durante del proceso. 	Dibujo Técnico: Gráficos simples, bosquejo a mano alzada. Clasificación e identificación de máquinas y herramientas. Uso y funciones. Diseño de las más convenientes no convencionales. Identificación y clasificación de materiales. Uso y función en la construcción, ventajas, desventajas, evaluación de la calidad. Normas de seguridad. Desarrollo de un proyecto. Proyecto tecnológico. Análisis de producto.	Análisis de producto. Observación (directa, espontánea y sistemática) Desarrollo de entrevistas. Producción de gráficos. Desarrollo de las fases de un proyecto tecnológico.	Del diseño de proyectos Del producto final De las técnicas de construcción.
	Contenidos transversales	Resolución de situaciones problemáticas	
	Conocimientos de otras ciencias que se utilizan para el desarrollo del proyecto.		

Consideremos las actividades desarrolladas.

1. Planteo del proyecto: Los alumnos comenzaron a proyectar a partir de la idea propuesta por el profesor y de la restricción de trabajar con material de descarte. En esta etapa se agruparon para recopilar información, intercambiar ideas, buscar alternativas a los hipotéticos problemas que pudieran llegar a surgir (anticipación), de modo de tomar algunas decisiones al comienzo del trabajo.

2. Análisis de producto: Esta herramienta se convirtió, poco a poco, no sólo en la base del diseño sino también en la base del proceso tecnológico. Se realizaron actividades de:

- Reconocimiento del material.
- Estudio de las dimensiones del producto: se buscaron las medidas adecuadas, tamaño y espacio, que cumplieran con distintas funciones y practicidad.
- Estudio de las características del material: dureza, elasticidad, resistencia, etc. y sus correspondientes aplicaciones dentro del marco del diseño.
- Búsqueda de soluciones a los problemas de costo-presupuesto y rendimiento.
- Estudio del material de descarte, a través de la selección y clasificación para un uso posterior (diagonales de la cabreada, travesano del bastidor y/o batiante (guía donde va clavada la "lima hoyo")

3. Ensayos: Se efectuaron pruebas con prototipos, previendo los posibles errores; así fue apareciendo una serie de inconvenientes, sobre todo los de derroche de material.

El balance de Gino:

- Hubo organización del trabajo de los alumnos. En función de las tareas, se distribuyeron los roles. La premisa fue no perder tiempo, sino optimizarlo.
- Las herramientas de trabajo fueron surgiendo a medida que los problemas fueron apareciendo.

- Como no existía una muestra del producto, comenzaron a construirlo inmediatamente, con el consecuente uso del material.
- Al comienzo, optaron por construir el panel para techo, porque despertaba mucho más interés que trabajar con los envases de tetrapack.
- A partir de que los alumnos pudieron observar un panel terminado, su motivación creció, porque “visualizaron” el modelo.
- Luego, comenzó la organización para el trabajo en serie. Aquí aparecieron problemas relacionados con los roles: algunos alumnos, conformes con su rol, se dedicaron a dirigir, organizar y proyectar; otros grupos realizaban trabajos de mano de obra. Tuve que intervenir para equilibrar las relaciones y rotar las tareas; de todos modos, hay que destacar que algunos alumnos poseen características muy claras para determinadas tareas –como, por ejemplo, para dirigir y/o organizar–, y otros alumnos para crear o solucionar problemas.

La sistematización de la experiencia

Un cuestionario permitió a los alumnos:

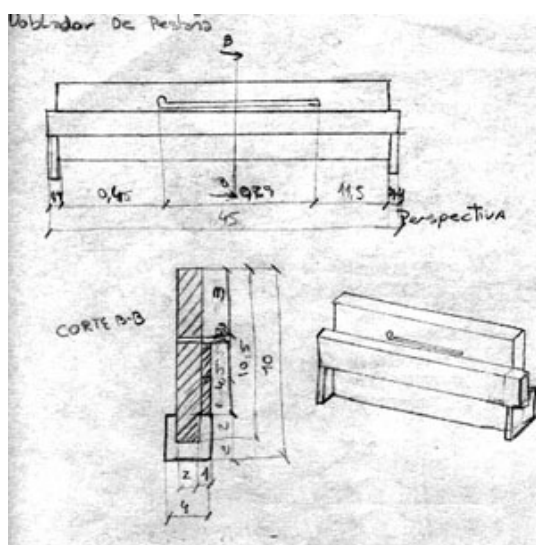
- Registrar la tarea llevada a cabo.
- Contar con información que evidenciara las características del proyecto y permitir sistematizar emprendimientos como el realizado.
- Plantear las gestiones para publicar y difundir la experiencia, en medios gráficos e Internet.

Consideremos las respuestas de un alumno a este cuestionario:

- a) ¿En qué consistió la actividad? Consistió en el armado de una obra de usos múltiples, fabricada a base de materiales de residuos. Si bien el diseño se aplicó al quiosco para la fiesta del estudiante, la utilización final de los paneles sería la construcción de un invernadero.
- b) ¿Qué aspecto o problema dio origen a la tarea que realizaron? Por un lado, la de aprovechar este tipo de material contaminante y, por otro, la construcción de un invernadero.
- c) ¿Cuáles fueron los preparativos para su realización? Comenzamos con el diseño y, una vez terminado, comenzamos a juntar los materiales.
- d) ¿Qué materiales utilizaron? ¿Se animan a clasificarlos según un criterio que ustedes mismos elijan? Elegimos materiales descartables: botellas plásticas, tetrapack, retazos de chapa; y no descartables: clavos, madera, alambre.
- e) ¿Qué fue lo que les causó trabajar con estos materiales? ¿Cuáles fueron sus impresiones personales? Nos causó asombro el hecho de que con materiales descartables se puedan resolver problemáticas, como por ejemplo construir invernaderos, baños para chacras y obras, etc. y otros tipos de estructuras, siendo éstas muy livianas, económicas, de fácil armado y transportación. Tuvimos algunas dificultades para la construcción como, por ejemplo, que no nos poníamos de acuerdo en el diseño del techo; también, en el trabajo que debía realizar cada uno, etc.
- f) ¿El grupo debió investigar algunos temas en particular? ¿Cuáles? Hubo investigaciones durante el trabajo; la nuestra tuvo que ver con formas de unión de los materiales y sobre la resistencia.
- g) ¿Cómo se realizó la distribución de la tarea? ¿Cuál fue la organización grupal y la distribución de roles? Nos distribuimos en grupo y rotamos la tarea a lo largo del proyecto. Cada grupo tenía una labor distinta: perfeccionamiento del diseño, elaboración de croquis y planos, diseño y elaboración de herra-

mientas, corte y armado de la estructura.

- h) ¿Qué planificación habría que realizar para construir paneles que permitan albergar gente? Los paneles tendrían que ser un poco más resistentes para darle mayor seguridad y tendríamos que agregar aislamiento.
- i) ¿Qué tipos de expertos hacen falta para realizar este trabajo? No hacen falta expertos; sólo se necesitan conocimientos básicos de manejo de materiales y herramientas. Gente con ganas de trabajar.
- j) ¿Qué conocimientos son necesarios para manejar las herramientas? Se necesita conocer las normas de seguridad.
- k) ¿Qué técnicas se utilizan y cuáles eran desconocidas por ustedes? (No contesta)
- l) ¿Qué herramientas de corte manual intervinieron en la tarea? ¿Qué tipo de material permiten cortar? ¿Qué dificultades encontraron al cortar los materiales y cómo las solucionaron? Arco de sierra y sierra para cortar las botellas, cúteres artesanales para cortar botellas y tetrapack, tijeras para cortar tetrapack, cizalla para cortar la chapa, serrucho para cortar las maderas.
- m) ¿Cuáles son las operaciones necesarias para lograr el plegado del material? ¿Es manual o alguna herramienta podría reemplazar la acción del hombre? ¿Cómo lograron realizar el plegado del material? Consistió en crear un molde de madera para colocar el material, marcarlo con una herramienta y luego doblarlo.
- n) Realcen un croquis de las herramientas de plegado, incluyendo los nombres de las partes.



- o) ¿Cómo realizaron las uniones de los diferentes materiales que componen el panel? Con clavos, bulones inventados por nosotros usando las tapas y los picos de las botellas.
- p) ¿Cuál es el destino final del panel? ¿Podrían indicar algún otro uso que se les ocurra? Techos, paredes o divisiones interiores y exteriores.
- q) ¿Se puede afirmar que se trata de una estructura rígida, sólida? ¿Qué características tiene? ¿Cuáles son las ventajas y las desventajas del panel? Depende del uso que se le quiera dar; a nosotros nos parece bastante sólida sólo que depende mucho del lugar donde lo vas a instalar.
- r) ¿Qué proyectos alternativos se podrían diseñar utilizando estas estructuras? Invernaderos, baños de campaña, divisiones de galpones, etc.
- s) ¿Qué tipo de precauciones se deben tener en el uso de herramientas, maquinarias y elementos de unión seleccionados? Las mismas que se tienen en cuenta al trabajar en el taller.

- t) ¿Cuáles son las normas de seguridad que deben adoptarse en los ambientes que contienen paneles con estas características (Tengan en cuenta la resistencia del panel, la inflamabilidad, etc.)? Por ser de material plástico, habría que pensar en no realizar instalaciones aéreas de ningún tipo sobre los paneles, pues éstos son altamente inflamables.

Actividad 9

¿Qué puede aportar la UCT a este proyecto?

Usted ha compartido con nosotros la experiencia de este grupo de alumnos y ha apreciado la estrategia utilizada por su profesor.

Lo invitamos a pensar, ahora, cómo integraría usted a la UCT en esta experiencia, como proveedora de recursos didácticos.

Actividad de integración final.

¿Qué puede aportar la UCT a su proyecto?

Como cierre de su capacitación con **Experiencias de trabajo con la UCT** –aún cuando nos falta presentarle un último capítulo teórico–, le proponemos que:

- seleccione una situación problemática de entre las desarrolladas por sus alumnos en las clases de Tecnología, e
- indique en qué momento del desarrollo de la tarea y para qué integraría el equipamiento de una estación de la UCT.

ACERCA DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO Y DE SU DESARROLLO²⁷

²⁷ Queremos agradecer a la profesora Milena Moroni –quien durante 2001 realizó estudios de posgrado en Divulgación Científica y Tecnológica, en la Universidad de Salamanca sobre, con la dirección de M. A. Quintanilla–, por su colaboración en este desarrollo.

¿Qué hace falta para que se produzca el progreso tecnológico? Ésta es una de las preguntas clave en la filosofía de la tecnología actual. Una de las respuestas más comunes relaciona este suceso con un cierto desarrollo anterior del conocimiento científico: para que puedan crearse nuevos inventos tecnológicos es preciso que, previamente, se produzcan descubrimientos científicos.

Esta idea –que, comúnmente, se resume en el aforismo “la tecnología es ciencia aplicada”– esconde mucho más de lo que devela, porque la gran incógnita se encuentra en ese proceso de “aplicación”. ¿Quién aplica la ciencia? ¿Cómo lo hace? ¿Existe un método común, o simplemente se improvisa sobre la marcha?

En este último capítulo de **Experiencias de trabajo con la UCT** en el que nos proponemos acercarle líneas de pensamiento que fundamentan los procesos de enseñanza en Educación Tecnológica, sostenemos la idea de que, si queremos comprender cómo se produce el desarrollo tecnológico, es preciso comprender antes qué es la tecnología.

Es decir, si pretendemos saber en qué consiste la innovación tecnológica debemos poseer una caracterización lo más completa posible de los complejos procesos que conforman la tecnología.

¿Qué es la tecnología? Algunas caracterizaciones

La primera idea que se nos viene a la mente cuando pensamos en la tecnología remite a artefactos; específicamente, a los llamativos inventos tecnológicos: los robots de última generación, los nuevos medios de comunicación, los satélites artificiales, las astronaves, las sondas espaciales. También a todos esos aparatos, herramientas, máquinas que nos rodean por todas partes y que nos han hecho la vida más fácil y cómoda.

Pero, una definición completa de la tecnología no puede quedarse ahí.

Para que esos artefactos vean la luz, es necesario que se produzca un gran número de complejos procesos y acciones que van desde el diseño de prototipos a su fabricación.

Sistemáticamente, desde la primera idea hasta el resultado final, se pueden distinguir diversas fases, llevadas a cabo por sujetos diferentes, con objetivos también distintos y que realizan sus tareas en comités de mercadotecnia, en laboratorios de investigación y desarrollo de empresas privadas o de instituciones públicas, en departamentos universitarios, en talleres de diseño y montaje. Cada uno de esos profesionales aporta diferentes acciones y, todas juntas, configuran un proceso de creación tecnológica.

En primer lugar, aíslan *un problema* al que se puede proporcionar una solución desde la tecnología, a través de un artefacto nuevo o mediante el perfeccionamiento de alguno que ya existe. La necesidad puede provenir de una demanda social –como puede ser el caso de la investigación en motores que consuman materiales menos caros y contaminantes que los derivados del petróleo–. Aunque, también puede suceder que la necesidad sea inducida después de la creación del artefacto; por ejemplo, ¿qué necesidad tenemos, en principio, de televisores digitales con reproductores de películas en DVD?

Una vez que ha surgido –de una u otra forma– esa necesidad, es preciso crear el producto que la satisfaga. Para ello, es necesario el trabajo de dos grandes grupos de tecnólogos: los *diseñadores* y los *operarios*. Los primeros se encargan de idear

las posibles soluciones y de escoger entre aquellas una que responda a ciertos criterios propios de cada empresa. Los segundos siguen las instrucciones de los primeros y dan forma material al artefacto final.

Para que puedan realizarse todas estas acciones es preciso poseer conocimientos bastante complejos que van desde conocimientos operativos y habilidades necesarios durante el diseño y la fabricación de artefactos, hasta sofisticados conocimientos de carácter teórico de las diferentes ciencias.

El objetivo general de la tecnología es la producción de bienes y/o servicios, la fabricación de un artefacto nuevo o el perfeccionamiento de alguno ya existente. Para poder alcanzar con éxito este objetivo general es necesario realizar una serie de tareas: la realización de investigaciones en los distintos campos científicos, el desarrollo de conocimientos que permitan la obtención de buenos diseños y la materialización de esos diseños en artefactos concretos, mediante los procesos de fabricación.

En estos procesos, las ciencias ingenieriles son el resultado de investigaciones científicas realizadas por ingenieros que buscan un mejor conocimiento sobre determinados aspectos de la realidad y que proporcionan soluciones a problemas surgidos durante la fase de diseño. La característica que distingue a estas ciencias de otras es su doble objetivo: por una parte, buscan conocimiento de carácter teórico (objetivo cognoscitivo); pero, al mismo tiempo, ese conocimiento ha de poder ser empleado en la solución de problemas prácticos (objetivo pragmático).

Este último objetivo determina la estructura de las teorías, que deben evitar abstracciones y sofisticaciones en el aparato conceptual que las haga difícilmente aplicables; al ser parte del proceso tecnológico general, tienen un papel muy importante tanto en el desarrollo de nuevas tecnologías como a la hora de establecer relaciones con la ciencia.

Las relaciones de la ciencia y la tecnología

Una de las explicaciones acerca de la relación que existe entre la ciencia y la tecnología sostiene que la ciencia genera conocimientos que la tecnología aplica.

Esta idea estuvo promovida por los propios científicos e ingenieros. Los primeros querían reivindicar la relevancia de las investigaciones que llevaban a cabo –que, a principios de siglo, cedían en importancia (y en subvenciones) a favor de los grandes desarrollos tecnológicos–; los tecnólogos querían adquirir un prestigio que les había sido negado hasta entonces.

El problema de esta explicación es que no se adecua a todos los casos históricos posibles. Se le pueden contraargumentar ejemplos históricos famosos –como el de la máquina de vapor, creada mucho antes de que existiese una explicación científica satisfactoria–.

Además, si es cierto que las investigaciones básicas son una condición necesaria para los posteriores desarrollos tecnológicos, esto ha de poder medirse de alguna manera. Algunos estudios revelan que los “eventos cognitivos”, resultados de la investigación básica, contribuyen de alguna manera al desarrollo de innovaciones específicas. El mayor peso de la responsabilidad de nuevos desarrollos tecnológicos son los conocimientos de origen interno, es decir, aquellos que se obtienen en

los laboratorios de investigación de las propias empresas, universidades y/o sectores gubernamentales o privados...

A partir de estos estudios se podrían considerar diferentes modelos para concebir a la tecnología: el modelo lineal que considera la tecnología como resultado de aplicar los conocimientos desarrollados por la ciencia básica y otros modelos capaces de captar toda la riqueza de matices que presentan las relaciones que existen entre la ciencia y la tecnología.

Price²⁸, por ejemplo, da la vuelta al esquema, sosteniendo que la ciencia es el resultado de nuevas posibilidades creadas por nuevas invenciones en la tecnología. El caso paradigmático podría ser el de la creación del telescopio, una tecnología nueva surgida de una artesanía antigua (la fabricación de lentes), que permitió un cambio radical en la concepción de la ciencia. Para este modelo, la ciencia es uno de los componentes de estas estructuras tecnológicas; así, los cambios científicos son el resultado de ciertas transformaciones en la infraestructura tecnológica dentro de la que se generan esas explicaciones. Por tanto es preciso que exista un marco tecnológico previo a cualquier teoría científica.

Por último, hay quien piensa con Gibbons²⁹ que hay una manera clásica de producir conocimiento y una manera nueva, en la que los científicos y los tecnólogos trabajan juntos para la obtención de conocimientos útiles.

Todas estas caracterizaciones parecen tener razón; todas las relaciones que han señalado existen y dependen de qué es lo que entendamos por ciencia y por tecnología. Si se entiende la tecnología como un artefacto y la ciencia como un proceso de generación de conocimientos, entonces la tecnología proporciona instrumentos para la experimentación, para la observación y para la medición, imprescindibles en la tarea científica. Pero, también es posible considerar que esos artefactos tecnológicos no surgen de la nada, que son el resultado de un complejo proceso de diferentes acciones que, como hemos señalado, precisa de diferentes formas de conocimiento. En ciertas ocasiones, este conocimiento puede provenir de teorías científicas; en este caso, la ciencia ya no se considera como un proceso de generación de conocimientos sino como el resultado de ese proceso, que adopta la forma de teorías; el modelo jerárquico-lineal ha explicado esta forma de relación. Pero, éstas no son las únicas relaciones que se establecen entre la ciencia y la tecnología.

En **Experiencias de trabajo con la UCT** hemos intentado plantear otra caracterización de las relaciones ciencia-tecnología, que tiene en cuenta la doble naturaleza de la ciencia (como proceso y como resultado), y la complejidad epistemológica de la tecnología:

- En el caso de la **ciencia**, podemos distinguir entre aquellas acciones realizadas por los científicos encaminadas a la obtención de un resultado y, por otra parte, el resultado mismo –que suele ser cierto incremento en el conocimiento, bien en forma de refutación de una hipótesis, de una ley o de una teoría; y el asentamiento de un nuevo conocimiento que las sustituya–.
- En el caso de la **tecnología**, podemos distinguir dos resultados muy diferentes: por un lado, estarían los artefactos tecnológicos, que son el objetivo general de todo proceso tecnológico. Pero éste no es el único resultado al que

²⁸ Price, Derek de S. 1984. "The Science/Technology Relationship, the Craft of Experimental Science, and Policy for the Improvement of High Technology Innovation". *Research Policy*, 13 (1), p.p. 3-20

²⁹ Gibbons, M., et. al. 1997. *The New Production of Knowledge*. Sage. London.

se llega en la tecnología; además, se obtienen las teorías de las ciencias ingenieriles, que no se pueden considerar como resultados finales, como los artefactos, ya que se desarrollan como uno de los pasos dentro del proceso tecnológico. Como veremos, y dado su estatuto epistemológico, son uno de los elementos que entra en contacto con la ciencia.

De esta manera:

Por el lado de la ciencia están los procesos de investigación y los resultados en forma de conocimiento; y, por el lado de la tecnología, tenemos las teorías de las ciencias ingenieriles (como un resultado parcial del proceso tecnológico total) y los artefactos (resultados generales de estos procesos).

Entre estos cuatro elementos se establecen cuatro formas de relación distintas:

Relaciones ciencia tecnología	Ciencia como resultado: Teorías científicas	Ciencia como proceso: Elaboración de conocimientos
Tecnología como resultado: Artefactos	Los artefactos tecnológicos sirven como ejemplos y modelos de teorías científicas.	(A) Nuevos artefactos tecnológicos pueden precisar una explicación científica. (B) Influencia de los artefactos tecnológicos en: - Experimentos. - Instrumentos de medición. - Instrumentos de observación.
Tecnología como resultado: Conocimientos de las ciencias ingenieriles	Influencia de los conocimientos científicos en la generación de conocimientos tecnológicos fundamentales.	Influencia de los nuevos conocimientos tecnológicos en la generación de conocimientos científicos novedosos.

- La **primera** de estas relaciones –aquella que se establece entre la tecnología como resultado en forma de artefacto y la ciencia como resultado en forma de teoría o parte de una teoría–, suele pasarse por alto entre los filósofos de la tecnología y de la ciencia. Se corresponde, por ejemplo, con la relación que existe entre la formulación del sistema heliocéntrico (un resultado científico) y una representación a escala de dicho sistema (un objeto o artefacto tecnológico), ejemplos de creación tecnológica que sirven de modelo a una teoría. Es importante que no confundamos esta forma de relación con la experimentación, ya que estos artefactos tecnológicos no sirven para la contrastación de los conocimientos científicos en desarrollo, sino que se utilizan como modelos que son útiles a la hora de ejemplificar la teoría.
- La **segunda** clase de relaciones es aquella que se establece entre la tecnología como artefacto y la ciencia como proceso de investigación y generación de conocimiento. A través de esta relación se tiene en cuenta la influencia que los nuevos artefactos tecnológicos pueden tener en la generación de explicaciones científicas –como fue el caso del origen del cálculo infinitesimal; su fundador Jacob Bernoulli se interesó por el comportamiento de una viga sometida a una carga, como ejemplo de una función matemática, momento clave en el desarrollo de la teoría matemática de la elasticidad; a partir de un ejemplo se estaba inaugurando una nueva área de investigación. Otro caso paradigmático es la máquina de vapor y el desarrollo de la termodinámica

(ejemplo estudiado por Rosenberg³⁰—. En esta segunda clase de relaciones, los artefactos tecnológicos también permiten la elaboración de experimentos, o la observación y medición en la ciencia, fundamentales para la elaboración de conocimientos; éste es el vínculo que se produce por ejemplo, entre los gigantescos telescopios modernos y la astronomía, entre los microscopios atómicos y la microbiología, entre un acelerador de partículas y las teorías físicas atómicas: los artefactos tecnológicos posibilitan, de alguna manera, la generación de conocimientos científicos.

- La **tercera** clase está formada por aquellas relaciones que se establecen entre la ciencia como resultado y las ciencias tecnológicas. Los conocimientos de la ciencia pueden ser útiles a la hora de elaborar nuevos conocimientos fundamentales de la tecnología que, a su vez, proporcionan nuevas posibilidades de creación tecnológica.

Hasta ahora, esta clase de relaciones era la que se explicaba en el modelo lineal clásico: la ciencia proporcionaba conocimientos que la tecnología aplicaba en la fabricación de artefactos. Para que se produzca esta aplicación es necesario, en primer lugar, que ciertos tecnólogos se den cuenta de la necesidad de nuevos conocimientos científicos; estos tecnólogos deberán ser capaces de buscar y, lo que es más difícil, encontrar dentro de las teorías científicas conclusiones útiles para sus propósitos. En segundo lugar, y no menos importante, hay que destacar que ese fragmento de conocimiento no puede ser aplicado totalmente, debido a que, tanto las leyes científicas como las hipótesis, asumen ciertas propiedades abstractas que las hacen inaceptables para las aspiraciones tecnológicas. Por ello, se deben traducir a un nuevo lenguaje, teniendo en mente esos problemas tecnológicos para los que se busca una solución.

Estas tareas no pueden ser realizadas por cualquier tecnólogo; éste debe reunir una serie de cualidades:

- tener un buen conocimiento del estado de la ciencia contemporánea,
- tener la capacidad de seleccionar, entre las leyes científicas, las hipótesis y las teorías, aquellas potencialmente útiles para sus propósitos; y, a partir de ellas...
- construir esas soluciones que no sólo dan una interpretación de la realidad —que es el objetivo de las teorías científicas— sino que, además, proporcionan respuestas a los interrogantes planteados desde la fase de diseño.

El proceso de aplicación no puede interpretarse como un proceso mecánico que vierte, directamente, los nuevos conocimientos científicos en innovaciones tecnológicas. Parece preferible utilizar un concepto más suave, como el de “inspiración”, que sugiere una influencia y no una mera traducción. Éste sería el caso de la mecánica de fluidos y la teoría de vuelo, la química molecular y la creación de nuevos materiales, o la teoría física y la teoría matemática de la elasticidad y su relación con la resistencia de materiales.

- La **cuarta** forma de relación se produce entre las ciencias ingenieriles y el proceso de generación de nuevos conocimientos científicos. Los conocimientos desarrollados por los tecnólogos pueden ser un importante estímulo para nuevos desarrollos científicos. Esta forma de relación no ha sido estudiada por la filosofía de la tecnolo-

³⁰ Rosenberg, N. 1982. Inside the Black Box. Technology and Economics. Cambridge UP. Cambridge.

gía, pues apenas se ha considerado el aspecto teórico de la tecnología. Es el caso de, por ejemplo, la influencia que ejerció la resistencia de materiales –una de las ciencias ingenieriles por excelencia– en el desarrollo de ciertas explicaciones acerca de las propiedades del éter. Desde las teorías físicas clásicas y sus teoremas, no se podía explicar la existencia de este medio que debía ser, al mismo tiempo, elástico y rígido: elástico porque los planetas debían moverse a través de él, y rígido para poder dar cuenta del comportamiento de la luz. La ciencia ingenieril, al aceptar que los materiales son perfectamente elásticos proporcionaba modelos a partir de los cuales se podían comprender las extrañas cualidades del éter.

De esta manera completamos la caracterización de las relaciones que se producen entre la ciencia y la tecnología.

El desarrollo tecnológico

Todas las explicaciones que pretenden dar cuenta de las diferentes formas de relación que existen entre la ciencia y la tecnología definen, implícita o explícitamente, ciertas causas como responsables del desarrollo tecnológico.

El **modelo lineal-jerárquico** presupone que, para que se produzca una innovación tecnológica, es necesario que antes se elaboren nuevos conocimientos en la ciencia básica. De forma similar, dándole la vuelta a la flecha de la influencia, señalan la necesidad de ciertos desarrollos tecnológicos como condición de posibilidad para nuevos conocimientos científicos. El desarrollo tecnológico depende, en este caso, de causas independientes a la ciencia.

Los **modelos que apuestan por la concepción de la ciencia y la tecnología como dos entidades diferentes** y separadas, no condicionan el desarrollo de ninguna de ellas a productos novedosos de la otra; y, aunque esto puede suceder, lo cierto es que cada una de ellas evoluciona siguiendo su propia lógica interna.

Y, por último, los **modelos que defienden que la ciencia y la tecnología forman conjuntos mixtos** creen indispensable esta unión para que puedan producirse innovaciones en el conocimiento y en los artefactos tecnológicos.

Mientras que los últimos modelos (propuestos desde la historia y la sociología) tienen la intención de superar el esquema determinista, la mayor parte de las reflexiones filosóficas en torno al concepto de desarrollo tecnológico y su relación con el desarrollo social aceptan el esquema lineal “nuevos conocimientos científicos/ innovaciones tecnológicas/ cambios sociales” y con él ciertas tesis deterministas.

Los filósofos críticos, entre ellos J. Habermas, centran la atención en la segunda parte del esquema y señalan la perniciosa consecuencia que la sociedad sufre en el proceso de adaptación a la evolución tecnológica. Se sitúa así frente a los “optimistas tecnológicos”, que recomiendan no oponerse al proceso del desarrollo técnico, puesto que éste reportará beneficios a corto y largo plazo. Estas nuevas críticas al determinismo tecnológico han contribuido a la apreciación por parte de la sociedad de los peligros que puede conllevar el progreso ciego de la tecnología, con repercusiones de difícil solución en muchas ocasiones. Sin embargo, se sigue aceptando que la principal influencia del desarrollo económico proviene de la tecnología y no

se tiene en cuenta en estas críticas que los diferentes grupos sociales tienen alguna función en la forma que adopta la evolución de la tecnología moderna.

Además de estos análisis relacionados con los valores y las repercusiones del desarrollo tecnológico, existe otra forma de interpretar el determinismo, aquella que lo hace desde perspectivas “analíticas” y que se presenta en la primera parte del esquema. Según esta explicación, el desarrollo de la tecnología está determinado por una lógica condicionada por las leyes que gobiernan los fenómenos naturales y no por la sociedad en la que tiene lugar su evolución. La tecnología está determinada por el desarrollo de la ciencia: en último término, todo depende del desarrollo científico; sin investigación científica no hay desarrollo tecnológico y sin éste no cabe esperar un desarrollo económico y social.

Como se ha visto, cada uno de los modelos que tratan acerca de las relaciones ciencia-tecnología suponen, al mismo tiempo una explicación sobre el desarrollo tecnológico y, evidentemente, el que aquí se ha propuesto hace otro tanto. Este modelo –haciendo mayor hincapié en los aspectos epistemológicos– los considerará como una causa a tener en cuenta si queremos comprender cómo se produce realmente el desarrollo tecnológico.

No parece adecuado hablar ni de un determinismo puramente tecnológico ni de uno puramente social. Los desarrollos tecnológicos y sociales dependen de un gran número de factores.

En el caso de la tecnología, es preciso incluir entre ellos las influencias que, sin duda, ejercen los diferentes grupos sociales, influencias que pueden ser económicas, culturales, religiosas, de género, de edad...

Asimismo, los desarrollos que se producen en las diferentes sociedades y en los grupos que las forman también están determinados, en cierta medida, por factores tecnológicos. Por ello parece más correcto utilizar, en lugar de un modelo en el que sólo se considere una de las influencias –bien sea de la sociedad a la tecnología o viceversa–, uno en el que estas relaciones sean bidireccionales.

Esta doble influencia –de la tecnología sobre las sociedades y de la sociedad sobre la tecnología– ha sido analizada por M. A. Quintanilla³¹ y A. Bravo. Estos autores enmarcan el asunto en el concepto de *cultura*. La cultura de un grupo social está formada por el conjunto de rasgos culturales (información representacional, práctica y valorativa), presentes en todos los miembros del grupo. Estos rasgos pueden clasificarse en sub-culturas específicas como la cultura religiosa, la cultura política, la cultura científica, la cultura empresarial y, también, la cultura técnica, la cual está compuesta por todos los rasgos culturales que se refieren, o se relacionan de algún modo, con los sistemas técnicos.

En este caso serán:

- los contenidos simbólicos o representacionales de la cultura técnica: conocimientos, creencias y representaciones conceptuales o simbólicas sobre la técnica y sobre los sistemas técnicos;

³¹ Quintanilla, M. A.; Bravo, A. 1997. Informe Cultura Tecnológica e Innovación. Fundación COTEC. Salamanca.

- los componentes prácticos: reglas y pautas de comportamiento, habilidades y conocimientos operacionales referidos a los sistemas técnicos;
- los componentes valorativos o axiológicos de la cultura técnica: objetivos, valores y preferencias relativas al diseño, adquisición, uso, etc., de sistemas técnicos y conocimientos técnicos.

Estos contenidos pueden estar incorporados a los sistemas técnicos o pueden no estarlo, a pesar de que formen parte de una cultura técnica de un grupo social.

Los **contenidos de la cultura técnica incorporados** a los sistemas técnicos a través de los operadores y constructores humanos, son:

- los conocimientos técnicos y científicos aplicados (aquí se enmarcarían las ciencias ingenieriles);
- reglas de operación, habilidades técnicas de diseño, producción y uso de artefactos; y, por último,
- los objetivos incorporados a los sistemas técnicos y sus resultados.

Los **contenidos de la cultura técnica no incorporados** a los sistemas técnicos también tienen una importancia fundamental en su producción:

- pueden ser conocimientos básicos con posibles aplicaciones técnicas, representaciones simbólicas de la realidad o mitos tecnológicos;
- pueden adoptar la forma de reglas de actuación de carácter moral, social, religioso, político, económico, etc... que pueden ejercer una gran influencia respecto a los comportamientos frente al uso o desarrollo de la tecnología; y, por último,
- pueden referirse a valores y preferencias para el uso y desarrollo de sistemas técnicos.

En función de estos elementos, externos a la propia tecnología, cada sociedad tendrá unos desarrollos tecnológicos y no otros.

Es decir, la idea que una sociedad tiene de sí misma y de la tecnología, los mitos tecnofóbicos y tecnofílicos de cada época, las costumbres, las modas, los valores morales, religiosos y políticos, los factores económicos y sociales y, por supuesto, la importancia de las trayectorias tecnológicas previas, determinarán la tecnología de cada una de las sociedades.

La ventaja de esta perspectiva es que, sin olvidarse de la importancia que tienen estos factores culturales externos a la tecnología en sí misma, tampoco renuncia a los que forman parte de la cultura técnica incorporada, entre los que se incluyen los conocimientos de las ciencias ingenieriles.

La sociedad puede impulsar o frenar determinados desarrollos tecnológicos; pero, esto no conduce al relativismo en el que habían caído muchas de las críticas al determinismo, ya que se reconoce que la tecnología también posee mecanismos internos que la hacen evolucionar y desarrollarse en un sentido y no en otro, influyendo en las culturas que la acogen.

Aquí se pretende aportar a este modelo un análisis más comprensivo del papel que tienen los conocimientos tecnológicos de carácter teórico en la evolución de la tecnología. La historia, la economía, la sociología e, incluso, la filosofía ponen el acento en otras influencias, todas ellas condiciones *necesarias* para que tenga lugar la evo-

lución de los sistemas tecnológicos –aunque no *suficientes*; puesto que, hasta que no se crea el ambiente tecnológico propicio, no puede suceder ningún desarrollo en su seno–. Y, entre los elementos destacados que favorecen la existencia de un ambiente u otro se encuentra el estado de los conocimientos tecnológicos.

Además, el nivel de conocimientos tecnológicos es uno de los motivos por los que, a pesar de que existen ciertos conocimientos científicos y ciertas necesidades sociales, económicas o políticas, en algunos casos, no es hasta mucho tiempo después que se produce la solución tecnológica adecuada. Los historiadores y los filósofos que intentan resolver este problema hacen hincapié en esos otros factores que, efectivamente, juegan un papel importante en la dirección del desarrollo de las tecnologías. Incluso, los hay que se interesan por los motivos de corte epistemológico y destacan: o bien la influencia que ejercen los conocimientos científicos novedosos; o bien la de ciertos conocimientos característicos de la tecnología, relacionados con el diseño y la fabricación de artefactos (El caso de la resistencia de materiales y cómo los nuevos conocimientos que surgían de sus investigaciones supusieron mejoras y avances en ciertos artefactos tecnológicos que, a su vez constituyeron una gran transformación social. El desarrollo del ferrocarril influyó y se vio influido, a su vez, por los nuevos conocimientos de la resistencia de materiales, una de las ciencias más consolidadas.).

Suele destacarse la relevancia de las influencias económicas, sociales, políticas o militares en el rumbo y orientación de los desarrollos tecnológicos, y en ningún caso se les quiere restar importancia, porque, efectivamente, la tuvieron en el desarrollo de este artefacto tecnológico. Se puede establecer una línea evolutiva que va de los ferrocarriles que habían sido utilizados en las minas para el transporte del material por las galerías, hasta los de uso más general. Con la creación de la máquina de vapor y su aplicación en las locomotoras, el tren fue capaz de mover masas más pesadas durante distancias mucho mayores. Su creación y la expansión de su uso tuvieron causas económicas y sociales que también contribuyeron a la creación de un nuevo marco geopolítico. Entre las causas económicas se destaca la necesidad de transportar por tierra, de manera más rápida y segura de lo que se había conseguido hasta ese momento, las pesadas cargas de los nuevos materiales empleados en una industria floreciente (principalmente el carbón y el hierro).

Una causa social importante fue la necesidad de establecer a la población cerca de los núcleos industriales, donde se iban congregando un número cada vez mayor de personas; esto, a su vez, hizo necesario reconsiderar la red de abastecimiento para esas nuevas ciudades más populosas.

Pero, la creación de las líneas ferroviarias también supuso un impulso en las investigaciones sobre la resistencia de materiales; y, los nuevos conocimientos generados en ella facilitaron la creación de nuevos puentes capaces de resistir el tránsito de los trenes pesados, así como de materiales mejorados que resistiesen las tensiones a las que se verían expuestos.

Las investigaciones llevadas a cabo en el seno de la ciencia no sólo resuelven un problema particular, sino que pretenden servir de respuesta para el mayor número de casos posibles. El conocimiento obtenido de esta forma es un medio para alcanzar un fin: construir un artefacto de la mejor manera posible, obtener un servicio o tecnologías de gestión apropiadas, etc. Pero, al mismo tiempo ese conocimiento tiene carácter fundamental: trata sobre las propiedades de ciertos ámbitos de la realidad. Estos conocimientos permiten nuevos desarrollos tecnológicos para la obtención de mejores productos.

Este elemento del desarrollo de nuevas tecnologías no suele tenerse en cuenta; aunque, como esperamos haber mostrado, es uno de los motivos fundamentales que permite la evolución de la tecnología.

No hay que olvidar que los desarrollos tecnológicos también se ven influidos por otros factores que dependen de motivos sociales, económicos o geográficos.

No puede aislarse un único factor como responsable del origen del desarrollo del ferrocarril; fue preciso que se produjese un cúmulo de situaciones económicas y sociales concretas, así como la existencia de ciertos precedentes tecnológicos (como los vagones de transporte de material en las minas o la máquina de vapor).

Las necesidades surgidas durante el proceso de diseño de mejores trenes, puentes y vías provocaron, a su vez, investigaciones de carácter fundamental, nuevos conocimientos sobre materiales y estructuras, que permitieron una mejor construcción de estos artefactos. Y al mismo tiempo, la creación y expansión del ferrocarril dio lugar a profundas transformaciones políticas, económicas y sociales.

El esquema es demasiado complejo para resolverlo con una fórmula simple.

El modelo que se proponga debe ser consciente de este hecho, así como de la importancia que el propio conocimiento tecnológico tiene en la evolución general de la tecnología en su conjunto que, como hemos visto, es causa y consecuencia del desarrollo tecnológico.

Agradecimientos

A mis “mujeres”, por el aguante y la paciencia...



A Milena Moroni, por las idas y vueltas de los mail y su “maestría”; a Susana Costa, por su “soporte” y aguante; al maestro y amigo Carlos Marpegán, por ayudarme a recorrer esta utopía que es la Educación Tecnológica; por supuesto, a Josi; a Juan Carlos Pintos, el “troesma” de Roca; a Guille Fischer que, a pesar de su locura, todavía tiene algo de cuerdo; al equipo del INET –Pablo, el bostero amigo, Laura, Ana, Claudia, el gallego González–.

Y a Luis Doval y su paciencia.