

07265
DC 11



Actualización Curricular

7º grado

Documento de trabajo

Educación Tecnológica

2001

DC 11.

202A
CINDE
12U
2265



Actualización Curricular

7º grado

Documento de trabajo

Educación Tecnológica

2001

Educación Tecnológica

Propuesta para la selección de contenidos en 7º grado

ISBN 987-9327-68-3

© Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Secretaría de Educación

Dirección de Currícula. 2001

Hecho el depósito que marca la Ley nº 11.723

Dirección General de Planeamiento

Dirección de Currícula

Bartolomé Mitre 1249 . CPA c1036aaw . Buenos Aires

Teléfono/fax 4375 6093

e mail curricu@capital.cf.rffdc.edu.ar

Permitida la transcripción parcial de los textos incluidos en esta obra, hasta 1000 palabras, según Ley 11.723, art. 10º, colocando el apartado consultado entre comillas y citando la fuente; si éste excediera la extensión mencionada deberá solicitarse autorización a la Dirección de Currícula.

Distribución gratuita. Prohibida su venta.

GOBIERNO DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

Jefe de Gobierno

DR. ANÍBAL IBARRA

Vicejefa de Gobierno

LIC. CECILIA FELGUERAS

Secretario de Educación

LIC. DANIEL F. FILMUS

Subsecretaria de Educación

LIC. ROXANA PERAZZA

Director General de
Educación de Gestión Privada

PROF. MARCELO PIVATO

Directora General
de Planeamiento

LIC. FLAVIA TERIGI

Directora General
de Educación

PROF. FANNY ALICIA G. DE KNOPOFF

Directora de Currícula

LIC. SILVIA MENDOZA

ACTUALIZACIÓN CURRICULAR. 7º GRADO

DOCUMENTO DE TRABAJO

Coordinación: Estela Cols • Silvina Feeney

EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Propuesta para la selección de contenidos en 7º grado

Redacción: Abel Rodríguez Fraga, Claudia Figari.

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

AGUSTO 2010

LA EDICIÓN DE ESTE TEXTO ESTUVO A CARGO DE LA DIRECCIÓN DE CURRÍCULA.

Coordinación editorial: Virginia Piera.

Diseño gráfico y supervisión de edición: María Emma Barbería, María Victoria Bardini,

María Laura Cianciolo, Laura Echeverría, Gabriela Middonno.

ÍNDICE

Introducción general	11
Idea básica 1. Los procesos de estructuración técnica del tiempo	15
Presentación de la Idea básica 1	15
Orientaciones didácticas	17
Idea básica 2. El control de procesos	20
Presentación de la Idea básica 2	20
La naturaleza de las tecnologías de control	20
Tecnologías, control y trabajo	21
La automatización de los procesos técnicos de trabajo	22
Orientaciones didácticas	24
Idea básica 3. El sistema de las tecnologías	26
Presentación de la Idea básica 3	26
Orientaciones didácticas	29
Bibliografía básica de consulta sugerida	31

INTRODUCCIÓN GENERAL

Durante los años anteriores, la Ciudad ha llevado a cabo un trabajo de elaboración de propuestas curriculares para los seis primeros años de la escuela primaria. El trabajo de renovación curricular iniciado no había alcanzado aún el séptimo grado, debido a que se decidió esperar las definiciones normativas acerca de la estructura del Sistema Educativo que debería proponer la Ley de Educación para la Ciudad. La definición de los aspectos curriculares por considerar en el séptimo grado en muchos casos ha tenido que ser resuelta por cada institución, y en la mayoría, por cada maestro aisladamente. Así lo evidencian los distintos relevamientos y trabajos realizados en las escuelas por la Dirección de Currícula y la Dirección de Investigación.

Son variados los recursos que utilizan los docentes para planificar su tarea en séptimo grado. En algunos casos, los maestros apelan al *Diseño Curricular* del año 1986; en otros se guían por las propuestas de las diferentes editoriales. En algunos casos, han distribuido entre los cuatro grados finales (incluyendo el séptimo) los contenidos que el *Pre Diseño Curricular para la Educación General Básica* (Educación Primaria y Media, según denominación vigente) del año 1999 establece para el segundo ciclo. En la mayoría de los casos, la propuesta de enseñanza para séptimo es el resultado de una combinación variable de estos componentes. De este modo, qué es lo que "corresponde" que los alumnos de séptimo aprendan, cuál es la responsabilidad del maestro en cuanto a lo que tiene que enseñar, son cuestiones que se responden de maneras muy variadas. Sin duda, esta falta de direccionalidad en cuanto a qué contenidos y qué ejes priorizar en séptimo dificulta la selección de contenidos, la planificación didáctica, la elección de textos de estudio. Por lo anterior, y dado el presente contexto, se propone encarar la tarea pendiente con la elaboración y la difusión de estos documentos de trabajo.

Sabemos que ser maestro de séptimo grado constituye para el docente una experiencia que en parte tiene rasgos comunes con la enseñanza en otros grados, pero en gran medida también presenta características, desafíos y dificultades propias de un año marcado para los alumnos por la transición que supone el cierre de una etapa y el inicio de otra. Sabemos también de las dificultades de articulación entre estas dos instancias y de los altos niveles de fracaso que se producen en los dos primeros años de la actual escuela media, lo que hace necesario atender de distintas formas a este segmento crítico de la escolaridad. En este sentido fueron concebidos los documentos elaborados en años anteriores por la Dirección General de Planeamiento para apoyo a los alumnos de séptimo grado y primer año en su preparación como estudiantes.¹ En el mismo sentido se producen estos documentos de actualización curricular para séptimo grado.

Desde el punto de vista curricular, el momento actual hace necesario prestar especial atención al séptimo grado y desarrollar algunas líneas de actualización para el año 2001 que den continuidad al trabajo iniciado desde la Dirección de Currícula para la EGB, en el marco de los actuales niveles del Sistema Educativo de la Ciudad. La propuesta que se plantea debe ser entendida entonces como una respuesta a la situación de transición en cuyo marco se genera, con el propósito de desarrollar a futuro una propuesta completa de diseño curricular una vez que sea definido desde la normativa el carácter de este año en la estructura general del Sistema.

Durante el año 2000, los equipos de la Dirección de Currícula avanzaron en la producción de propuestas para séptimo grado, teniendo como propósito dar continuidad a la prescripción curricular formulada para EGB 1 y 2. La producción resultante de cada una de los equipos ha originado una serie de Documentos de

¹ Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Secretaría de Educación, Subsecretaría de Educación, Dirección General de Planeamiento:

- *Apoyo a los alumnos de séptimo grado en su ingreso al nivel medio*. Documento nº 1: "Presentación de la línea de trabajo. Propuestas de actividades" (1999); Documento nº 2: "Estrategias relativas a la formación de los alumnos como estudiantes. La organización para estudiar" (1999); Documento nº 3: "Estrategias relativas a la formación de los alumnos como estudiantes: comunicar lo aprendido" (1999).

- *Apoyo a los alumnos de primer año en los inicios del nivel medio*. Documento nº 1: "La formación de los alumnos como estudiantes. Propuestas de trabajo" (2000); Documento nº 2: "La formación de los alumnos como estudiantes. Estudiar matemática" (2000); Documento nº 3: "La formación de los alumnos como estudiantes. Las Prácticas del Lenguaje en la vida académica" (2000).

Actualización Curricular para Séptimo Grado en todas las áreas curriculares que ya están presentes en los *Pre Diseños Curriculares* (1999).

Las propuestas que aquí se presentan intentan responder a las cuestiones planteadas, atender a algunos temas vacantes y algunas dificultades propias de la enseñanza en este grado, aportando recomendaciones y propuestas posibles de ser trabajadas e incorporadas progresivamente por el equipo docente a cargo de este año final de la escuela primaria.

Los documentos elaborados no tienen un formato homogéneo: algunas áreas han priorizado la selección de temas de trabajo para séptimo grado y otras han hecho una selección de contenidos más exhaustiva. No obstante, todas las producciones intentan acercar una propuesta de trabajo a los docentes de séptimo grado para la transición que supone el año 2001, que por sus características pueda ser retomada por ellos en el contexto concreto de la enseñanza.

Entre las áreas que han priorizado la selección de algunos temas para el trabajo en séptimo grado se encuentran Prácticas del Lenguaje y Matemática. El área de Prácticas del Lenguaje focaliza la mirada en la enseñanza de la gramática haciendo un aporte al problema de cómo seleccionar contenidos gramaticales que sean operativos para resolver problemas vinculados a la lectura y la escritura, y qué hacer para no disociar el aprendizaje de la gramática de las prácticas del lenguaje.

Desde el área de Matemática la entrada en prácticas esencialmente diferentes plantea un juego delicado de rupturas y articulaciones con el *Pre Diseño Curricular* para el primero y segundo ciclo de la EGB. Se trata de responder a la pregunta: ¿cómo pensar un trabajo en séptimo grado que colabore en la construcción de herramientas que permitan al alumno enfrentar en mejores condiciones las inevitables rupturas que se avecinan en el siguiente nivel de la escolaridad? En este sentido, se propone un trabajo diferente sobre contenidos ya conocidos como son los números naturales y hay avances en actividades en torno a la búsqueda de regularidades y la escritura de fórmulas.

Ciencias Naturales desarrolla una propuesta de contenidos para el año que procura dar continuidad a las líneas trabajadas en EGB 1 y EGB 2. Los maestros encontrarán también ejemplos y orientaciones para la enseñanza de los contenidos en el aula.

Ciencias Sociales focaliza su atención en temas y problemáticas propios de la enseñanza en el área: el pensamiento de los alumnos acerca de lo social y las principales estrategias orientadas a la enseñanza centrada en conceptos. Por otra parte, desarrolla de modo particular la cuestión de las herramientas del pensamiento propias de las Ciencias Sociales como contenidos de enseñanza por trabajar con especial atención.

Otras áreas han tomado como eje un tema alrededor del cual hacen sus propuestas para el trabajo durante el año. En el caso de Artes, el tema seleccionado es el trabajo en el taller; Educación Física analiza algunos inconvenientes de la enseñanza de la disciplina en séptimo grado y propone una serie de criterios para la selección de contenidos y la organización del trabajo en clase; y Educación Tecnológica presenta una propuesta para la selección de contenidos a partir de tres ideas básicas: los procesos de estructuración técnica del tiempo, el control de procesos tecnológicos y el sistema de las tecnologías; aporta también sugerencias didácticas para el desarrollo de cada tema.

Una mención aparte merecen Informática y Formación Ética y Ciudadana, cuyas propuestas van más allá del maestro de séptimo grado o de los profesores. Informática hace un aporte al maestro de sexto y séptimo grado a propósito del tra-

bajo con planillas de cálculo y cómo esta herramienta puede ser utilizada para organizar y comunicar información en el trabajo de las distintas áreas. El área de Formación Ética y Ciudadana hace una propuesta que incluye a los maestros de séptimo grado en los proyectos transversales planteados en el *Pre Diseño Curricular* para el segundo ciclo. Cabe aclarar que en el caso de Formación Ética y Ciudadana, la propuesta será editada en una serie distinta de documentos de la Dirección de Currícula, que se distribuirá en las escuelas durante el año 2001, serie de documentos que incluye la transcripción de experiencias de Desarrollo Curricular que se han llevado a cabo a partir de las propuestas de los *Pre Diseños Curriculares* (1999).

Esperamos que la lectura de los documentos sea un aporte al trabajo de los maestros y coordinadores de séptimo grado de las escuelas primarias de la Ciudad de Buenos Aires, que contribuya a especificar la enseñanza en este grado y que sume a los esfuerzos que el Sistema Educativo realiza para mejorar los aprendizajes en el nivel primario y asegurar que el pasaje de los alumnos a la escuela secundaria se realice en las mejores condiciones que la escuela primaria puede garantizar.

IDEA BÁSICA 1

Los procesos de estructuración técnica del tiempo

No puede sobreestimarse el provecho en eficiencia mecánica gracias a la coordinación y la estrecha articulación de los acontecimientos del día. Si bien este incremento no puede medirse sencillamente en caballos de fuerza, solo tiene uno que imaginar su ausencia hoy para prever la rápida desorganización y el eventual colapso de toda nuestra sociedad. El moderno sistema industrial podría prescindir del carbón, del hierro y del vapor más fácilmente que del reloj.

Lewis Mumford, *Técnica y civilización*.

Presentación de la Idea básica 1

Durante la mayor parte de la historia las personas adecuaron sus actividades y sus costumbres a las pautas temporales fijadas por la naturaleza tanto en lo que se refiere a las variaciones diurnas de la hora como a las variaciones anuales de las estaciones. Por eso, a medida que el Sol se desplazaba de Este a Oeste en su movimiento aparente, se establecía el mediodía cuando alcanzaba el cenit en cada poblado o ciudad que atravesaba. Y, de acuerdo con las costumbres de cada lugar, se organizaba en torno a esos horarios naturales la vida cotidiana. Cada lugar de la Tierra poseía rasgos temporales distintivos que lo diferenciaba de otros. El reloj de sol era el único medio capaz de "determinar" la hora característica de cada lugar según estuviera ubicado más al Este o al Oeste. Esta fuerte dependencia entre las pautas sociales y los ritmos temporales de la naturaleza comenzó a distenderse a medida que transportes cada vez más rápidos se aventuraban en espacios hasta entonces intransitados. Estos medios demandaban, por diferentes razones, pautas temporales uniformes que permitieran a las naves orientarse en el mar, y confeccionar horarios en tierra para anticipar el paso del ferrocarril. Gradualmente, las que eran pautas locales se fueron diluyendo dentro de nuevas pautas temporales virtuales, creadas mediante la intervención técnica. Con el desarrollo creciente de las redes comerciales mundiales, las direcciones de la intervención técnico-económica se orientaron a sortear o eliminar el conjunto de pautas diferenciales que podrían obrar como obstáculos a la libre circulación de los flujos de mercancías.

En ese contexto de reestructuración de las pautas temporales, para hacerlas funcionales con el capitalismo en ascenso, tuvo un papel fundamental la construcción técnico-social de la hora oficial. En esta Idea básica se propone comprender ese proceso técnico a partir del análisis de las operaciones que lo constituyen: *determinación, conservación y comunicación*; cada una de esas operaciones aparece asociada a tecnologías diferentes. Esto permite especificar qué artefactos estuvieron asignados a cada operación, de acuerdo con el medio técnico característico de cada época y cultura, en lugar de imaginar que todos los relojes se emplearon para soportar la misma y ambigua "operación" de dar la hora. Vale decir, que no todos los relojes se utilizaron para el mismo fin. Algunos, como los de arena, se usaron más para medir las velocidades de los buques y las duraciones de las conferencias o de las cociones de las comidas que para conocer la hora a cada momento del día. Y el resto de los relojes, incluidos los modernos, son incapaces de determinar la hora si alguien

"no los pone en hora". Concebir "la hora" como un proceso y no como un acto permite revalorizar, por ejemplo, el rol jugado por el reloj de sol. A diferencia de lo que suele enseñarse, el reloj de sol no fue una tecnología limitada a la antigüedad y reemplazada rápidamente por alguno de los relojes convencionales, sino que tuvo a su cargo la primera de las operaciones del proceso (que denominamos *determinación*) inclusive hasta tiempos tan cercanos como el siglo XIX. La operación que llevaba a cabo solamente fue tecnificada a partir del uso de telescopios y otros instrumentos astronómicos.¹ Diferenciar las tres operaciones permite comprender mejor por qué a veces se privilegiaron unas y luego otras en las sociedades modernas; por ejemplo, cuando se experimentó la necesidad de unificar la hora en cada país, y entonces la operación de *comunicación* asumió un lugar clave y debió asociarse a otras tecnologías, como la telegrafía, primero, y la telefonía, después.

Desde las primeras referencias, sobre la base del reloj solar hasta la determinación de la hora oficial a través de los observatorios, se puede leer un conjunto de sinergias entre el accionar social y el técnico que llegan a configurar horarios sociales comunes sobre la base de horas solares diferentes, lo que supone la tecnificación o artificialización de la noción "natural" de la hora. La configuración consensuada de la hora se define entonces sobre la base de un conjunto de tecnificaciones que han operado sobre el tiempo y el espacio, sobre operaciones y procesos. Estos análisis resultan fundamentales para comprender, por ejemplo, la recomposición del tiempo y del espacio en la posibilidad de producir nuevas formas de interdependencia sobre la base de flujos de información, liberados de los contextos tiempo-espaciales de origen. De esta forma, el complejo ferrocarriles-telegrafía promovió esa posibilidad, volviendo copresentes eventos distantes (esta idea será trabajada en profundidad en el núcleo 3 al focalizar el proceso de comunicación técnica). El papel del ferrocarril fue clave en la reestructuración de las coordenadas espacio-temporales en que se desenvolvía la vida social. Su aparición, junto con el drástico acortamiento de los espacios que trajo aparejado, demandó la necesidad de coordinar la hora en que pasaban las formaciones por cada lugar (estación). Esta coordinación tomó la forma de *horarios* que expresan esa coordinación de espacio y tiempo y que encontraron soporte en nuevas tecnologías, como la telegrafía, el control a distancia de los relojes (para ponerlos a todos juntos en hora a la vez), etc. Estas interacciones entre procesos y tecnologías son el resultado y configuran a su vez un medio técnico característico que singulariza cada sistema de tecnologías.

Sobre la base del conocimiento de estos procesos tecnológicos se citan otros, de diferente origen técnico, pero destinados a la misma meta de homogeneizar los tiempos de la experiencia humana, soslayando así, imaginariamente, la existencia de las "estaciones" en tanto "lugares" donde se juegan las relaciones y los procesos sociales.

Este conjunto de cuestiones que se acaba de describir ocupa un lugar definido dentro de las Ciencias Sociales. Pero está íntimamente entramado con cuestiones tecnológicas que nunca abordó la educación, tanto en lo que se refiere a los conceptos involucrados como a la clase de competencias que deben promoverse en los alumnos. Por eso, el rol de la Educación Tecnológica es dar cuenta de esa dimensión priorizando el estudio de los procesos técnicos implicados y de la clase de operaciones y tecnologías que se asignaron y reasignaron a esos procesos. Este planteo permite destacar, además, las semejanzas de concepción y de propósitos entre los procesos técnicos de trabajo, a cuyo estudio suele limitarse la mayoría de los Diseños Curriculares de Educación Tecnológica y otros procesos técnicos de importancia estratégica dentro de la cultura.

¹ Los relojes atómicos, como el que se emplea, por ejemplo, en el Observatorio Naval de la República Argentina para producir la hora oficial, si bien son mucho más regulares y precisos que el giro terrestre, no han reemplazado a los sistemas astronómicos. Prueba de esto es que la hora oficial debe ajustarse periódicamente en función de la hora solar, como resultado de convenciones internacionales, para evitar que se generen diferencias crecientes entre la hora solar y la hora técnica, ya que el giro de la Tierra es cada vez más lento.

Tradicionalmente, el tema de la hora se reducía a mencionar la existencia de algunos relojes empleados en diferentes épocas pero sin indagar en los procesos técnicos mismos de "creación" de la hora como *producto social*.

Al desplazar el interés de los artefactos a los procesos, surge un conjunto de contenidos nuevos que facilitan la comprensión del papel que jugó la relojería en la organización de la vida social tanto a nivel comunitario como global y pone de relieve la importancia conceptual de enfatizar las operaciones y los procesos como conceptos organizadores del área y de atribuirles a las asignaciones de tecnologías un rol clave en el cambio técnico.

IDEA BÁSICA 1. LOS PROCESOS DE ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TIEMPO

REFERIDOS AL PROCESO DE PRODUCCIÓN TÉCNICA DE LA HORA OFICIAL.

- Análisis y reconocimiento de las operaciones que componen el proceso de construcción técnico-social de la hora: *determinar, conservar y comunicar*.
- Análisis y reconocimiento de que el proceso de determinación de la hora está compuesto por un conjunto de operaciones tecnológicas que son parcialmente independientes de las tecnologías empleadas.
- Reconocimiento de los procedimientos usados para determinar tradicionalmente la hora mediante el uso de un *gnomon* o de un cuadrante solar.
- Análisis de las principales tecnificaciones que permitieron diferenciar y transferir las tres operaciones a diferentes clases de tecnologías.
- Discusiones sobre el error común de atribuirles la misma función a todos los "relojes" cuando ésta varía de acuerdo con qué operación *se encuentra delegada en ellos*:
 - operaciones de determinación: relojes de sol, cuadrantes solares, telescopios (relojes atómicos);
 - operaciones de "conservación": clepsidras, relojes mecánicos con y sin esferas, relojes eléctricos y electrónicos;
 - operaciones de comunicación: esfera de los relojes, campanas, imágenes visuales, telegrafía, telefonía, satélites.

REFERIDOS A LA CREACIÓN DE HORAS COMUNES DENTRO DE ESPACIOS QUE POSEÍAN HORAS SOLARES DIFERENTES.

- Comprensión y análisis técnico y social sobre la influencia del ferrocarril y de la telegrafía en el reemplazo de la hora solar por una hora arbitraria.
- Reconocimiento de los husos horarios como espacios horarios arbitrarios que subrayan el avance en la racionalización técnica del mundo.

Orientaciones didácticas

La posibilidad de disociar las operaciones técnicas de orden general de las tecnologías concretas donde operan demanda tanto actividades experimentales como sistematización teórica. Tendría tan poco sentido conocer las operaciones fundamentales que constituyen la determinación técnico-social de la hora sin poder comprender y operar, por ejemplo, un reloj de sol, como privilegiar la situación contraria.

Los alumnos no suelen estar en posesión de los conocimientos técnicos que forman la base conceptual e instrumental de esta unidad. Por eso es necesario que los docentes propongan diversas actividades de tipo instrumental que les permitan

apropiarse de esas nociones y competencias, y prolongar esas actividades en otras referidas a los contenidos específicos de esta unidad.

Se sugiere entonces proponer a los alumnos actividades experimentales encuadradas dentro de la modalidad de resolución de problemas, destinadas a conocer las tecnologías involucradas en este núcleo. Es posible proponer la realización de un taller para investigar sobre diferentes formas de determinación del tiempo: relojes de sol, de agua, de arena, etc. En el curso del taller se podrá proponer a los alumnos la puesta en hora de los relojes contruidos sin recurrir a ninguna otra clase de reloj. Así aparecerá una clara diferencia entre el reloj de sol (donde esto es posible) y los restantes, que necesitan del reloj de sol o de otra referencia astronómica para hacerlo.

El trabajo con relojes de agua es interesante, además, como un anticipo del trabajo en tecnologías de control, ya que las formas más simples de estos artefactos, al carecer de regulaciones, promueven el diseño y la comprensión de procesos y operadores de control.

Los trabajos experimentales deberán facilitar la comprensión del rol jugado por cada uno de esos artefactos. A partir de esos datos se sugiere la realización de esquemas donde se aprecie cómo cada tecnología incluye siempre las tres operaciones fundamentales y cómo el reloj de sol, contrariamente a lo que suele suponerse (que sólo se usó en la antigüedad), llegó a servir de soporte hasta el siglo pasado para la operación de determinación de la hora.

La configuración técnica del tiempo, entendida como proceso, debería habilitar también discusiones acerca de cómo la vida cotidiana de las personas pasa a regirse por un tiempo arbitrario que debe traducir también comportamientos sociales adecuados. De esta forma, se trata de poner de manifiesto las articulaciones entre la pauta técnica y social, y los propósitos y efectos que traen aparejados las sincronizaciones e interdependencias en el mundo moderno (aquí resulta de interés promover articulaciones con ética).

Los análisis sobre esta idea también deberían conducir a debatir y reflexionar acerca de la significación que cobran ciertas operaciones en determinados medios técnicos y socioeconómicos (articulación con Ciencias Sociales). Por ejemplo, la operación de comunicar cobró importancia con la pretensión de sincronizar las actividades de poblaciones cada vez más numerosas y extendidas en el espacio, como ocurrió, sobre todo, a partir del siglo XIX. En ese contexto jugó un rol determinante el conjunto o complejo técnico formado: ferrocarriles, telegrafía, relojería (mecánica primera y eléctrica después).

A fin de orientar el tipo de actividades que se puede llegar a proponer, se mencionan:

- Establecimiento de la trayectoria anual aparente del Sol mediante el uso de varillas verticales (*gnomon*) y representación gráfica de la trayectoria.
- Variaciones que experimenta la trayectoria de acuerdo con las estaciones del año.
- Determinación de la hora solar verdadera (al mediodía) y comparación con la hora oficial.
- Ensayos con relojes de sol y con brújulas para asegurar la orientación correcta.

- Cálculo de la variación horaria real de acuerdo con los ángulos de giro de la Tierra (supone facilitar el aprendizaje o recuperar aprendizajes anteriores sobre la longitud geográfica).

- Cálculo de las diferencias horarias reales, de Este a Oeste, a lo largo de alguna de las líneas de ferrocarril instaladas durante el siglo XIX en la Argentina.

- Discusión y propuestas para confeccionar horarios de ferrocarriles, teniendo en cuenta diferentes horas locales en cada estación.

- Considerar el caso particular de Villa Mercedes, en la provincia de San Luis, donde se cruzaban tres líneas férreas diferentes, lo que generaba la necesidad de usar tres horas diferentes para cada una de las líneas férreas, además de la hora local de Villa Mercedes.

El trabajo docente debería centrarse, en particular, en la identificación y el análisis del conjunto de operaciones que han habilitado la posibilidad de desvincular los acontecimientos sociales de la pauta temporal regida por el ritmo estacional de la naturaleza. Es importante poner de relieve que este distanciamiento ha tenido implicancias societales fundamentales en un sentido económico y cultural. No obstante, el trabajo en Educación Tecnológica debe generar propuestas didácticas que, recuperando la especificidad del accionar técnico, permitan echar luz sobre el complejo dado entre la intervención técnica y social.

Entre las cuestiones vinculadas a la idea anterior aparece cómo el uso del reloj solar o de alguno de sus sustitutos (por ejemplo, telescopios) llevó a cada ciudad o pueblo a contar con una hora propia diferente de las de otras ciudades y países que se encontraban al Este u Oeste de la misma. En estos casos, la hora de cada lugar coincidía, por esa razón, con la hora solar. Vale decir que cuando el Sol estaba en lo alto (el mediodía) los relojes marcaron las 12. Pero la difusión de los ferrocarriles, y su necesidad de horarios compartidos a lo largo del recorrido, obligó a unificar las horas locales en los tendidos ferroviarios, lo que llevó, finalmente, a la creación de los husos horarios.

Es más razonable presentar este alcance a partir de análisis de textos, de mapas con el trazado de ferrocarriles, y de discusiones grupales. Se sobreentiende que el conocimiento de cómo varían las horas locales con el movimiento aparente del Sol, necesario para abordar esta idea básica, forma parte de los propósitos de la idea básica anterior.

IDEA BÁSICA 2

El control de procesos

Al evolucionar los tornos, se separaron del operador diversas partes de la operación. Se aplicó energía para voltear el torno desapareciendo el pedal, y se añadieron artefactos para sostener primero las herramientas de corte y luego para controlarlas. Si analizamos los diferentes aspectos del trabajo del tornero, es posible identificar en detalle los pasos en que el desarrollo mecánico absorbió gradualmente las funciones hasta que en la actualidad los tornos controlados numéricamente son completamente automáticos.

Arnold Pacey, *La cultura de la tecnología*.

Presentación de la Idea básica 2

La naturaleza de las tecnologías de control

Resulta muy difícil aislar o diferenciar el control de procesos del resto del conocimiento técnico. En rigor, en toda acción técnica, del pasado o del presente, siempre existió una gran proporción de componentes ligados al control de procesos.

Controlar un proceso o las operaciones que lo constituyen equivale, como concepto general, a restringir o limitar el número de estados posibles en que ese proceso o esas operaciones pueden presentarse. Si se trata, por ejemplo, de controlar la temperatura de un líquido, eso puede significar mantenerla constante dentro de un estrecho margen de temperaturas posibles a pesar de la existencia de perturbaciones que tiendan a modificarla. También se puede controlar el desarrollo de animales y plantas. Por ejemplo, las tecnologías agropecuarias siempre tuvieron como meta el control de un sinnúmero de variables, asociadas a los procesos de desarrollo de animales y vegetales, así, el tiempo diario que tengamos expuesta una planta a la luz solar controlará, en cierta medida, su floración; la cantidad de agua que reciban sus raíces ejercerá un fuerte control sobre su crecimiento, etcétera.

Esto significa que el control se ejerce sobre procesos o situaciones capaces de presentar más de un estado. En este sentido, las ideas vinculadas a los sistemas de control remiten a una cuestión más general acerca de la libertad, ya que controlar es, precisamente, eliminar alternativas, ya sea anulando o compensando los factores que pueden llegar a crearlas. La lógica del control que resultó tan fructífera en la ciencia y en la técnica, ya sea para comprender el funcionamiento de los organismos vivos, para dirigir misiles destructores hacia su meta, para regular automáticamente la dosis de insulina que recibe un diabético o para controlar la dotación genética de un ser vivo mediante biotecnología, puede también orientarse al control social (del que el siglo XX fue testigo más de una vez). Y así, las ideas sobre el control de sistemas tienden a generar una concepción funcionalista de la vida y de la sociedad, donde las demandas legítimas de las personas pueden ser concebidas desde diferentes instancias de poder y de decisión como perturbaciones para la estabilidad de un sistema (escuela, empresa o lugar de diversión). Y de allí surgió la idea de crear mecanismos técnicos o simbólicos que traten los factores en juego como simples funciones que es necesario llegar a controlar (Jürgen Habermas).

Este ambiguo estatuto que exhiben las tecnologías de control y, sobre todo, las

ideas y modos de pensar asociadas a ellas obliga a un tratamiento cuidadoso de estos temas, que les permita diferenciar a los alumnos los aspectos socialmente más útiles y necesarios de estas tecnologías de sus componentes más lesivos para el ejercicio de la libertad.

Tecnologías, control y trabajo

Cuando se aborda la técnica sobrestimando el valor de los artefactos suele creerse que las tecnologías de control de procesos nacieron gracias a ellos y a partir de ellos. Pero, cuando se le restituye a la acción humana su dimensión no sólo instrumental sino creadora, se aprecia su lugar central en la trayectoria del control a lo largo de la historia. Tómese el caso, por ejemplo, de una persona que pretende cortar al medio una larga tabla de madera mediante un serrucho. La acción misma de serrar la madera (tecnología de ejecución) requiere de una dosis de energía y de gestos técnicos adecuados. Pero, para conservar la dirección del corte, es necesario la puesta en juego de energías y acciones adicionales que impidan que el serrucho avance en cualquier otra dirección que no sea la prevista (tecnología de control). Mientras que las acciones de ejecución permanecieron ligadas a las acciones de control, la tarea de serrar parecía estar compuesta por una sola clase de acciones.²

Pero, a medida que las personas fueron tomando conciencia de sus acciones y delegando parte de las funciones implicadas en ellas a nuevos artefactos, las acciones de ejecución y de control comenzaron a diferenciarse y materializarse sobre diferentes partes de los artefactos, dando lugar a la creación de nuevos niveles técnicos e incrementando así la complejidad "artefactual".³ Por ejemplo, si se fija sobre la tabla una guía recta, sobre la cual correrá la sierra, podrá comprobarse que disminuye, drásticamente, buena parte de la energía consumida por los músculos, que se simplifican los gestos de control de la sierra y se mejora la calidad del trabajo. Esta nueva asociación de tecnologías de ejecución (la persona que serrucha) y de tecnologías de control (la guía), además de simplificar la tarea y de mejorar el producto, genera otro efecto que, si bien en alguna época pudo no ser deseado, terminó por convertirse en una de las razones fundamentales que incentivaron la creación de tecnologías de control, y que fue la posibilidad de que la tarea fuera realizada por personas que poseían menos saberes y habilidades que los que se requerían para emplear la tecnología anterior. De este hecho se desprenden numerosas consecuencias sociales de enorme importancia; por ejemplo, que es posible ampliar la cantidad de personas que pueden realizar con eficacia y eficiencia una clase de tareas que antes estuvieron reservadas a personas con capacidades superiores al término medio. También, que disminuyen los tiempos de aprendizaje necesarios para que una persona llegue a dominar esa técnica. Se tiende a igualar así los comportamientos de las personas ante una amplia gama de situaciones.

Los efectos anteriores se tradujeron, en muchos casos, en una verdadera "democratización" de las tecnologías, gracias a la cual se atenuaron las diferencias personales en una extensa variedad de contextos técnicos.⁴ Pero, al mismo tiempo que se democratizaba el control de numerosas tareas, descendía el valor del trabajo humano en cada una de ellas y crecía el valor de las tecnologías a medida que se delegaban sobre ellas más y más funciones de control (además de las funciones de ejecución, por supuesto) antes ejercidas por las personas. Esta asimétrica repartición del valor se intensificó a partir del momento en que el orden económico asignó la realización de cada tarea parcial de un proceso a una persona diferente,⁵ incrementando

² Lo son, para diversos propósitos, las legislaciones, los convenios, las reglas gramaticales y otros artefactos simbólicos de control.

³ Obviamente lo que aquí se afirma sobre el serrado de madera trata de tener solamente un valor ejemplar. En realidad, el proceso que se describe debe generalizarse a todas las tecnologías.

⁴ Un rol semejante cumplió la creación de las "cuentas" para resolver las cuatro operaciones matemáticas que hasta ese momento estaban reservadas a un sector muy restringido de la población. Algo parecido podría decirse de las escrituras fonéticas si las comparamos con el prolongado aprendizaje y los conocimientos requeridos para dominar, por ejemplo, la escritura tradicional japonesa.

⁵ Las que también constituyen tecnologías de control de procesos, como el Taylorismo y otras variedades organizacionales que ya abordaremos.

tando de esa manera la fragmentación de los saberes, ampliando la polivalencia de las personas para cada tarea parcial y reduciendo aún más el valor y el sentido del trabajo humano.⁶

Como contrapartida, muchos de los productos elaborados en esas condiciones y para un mercado masivo se abarataban, a veces dramáticamente, como ocurre, por ejemplo, con los electrodomésticos y las computadoras, democratizando de esa manera su empleo por segmentos cada vez más amplios de la población.

Dentro del paradigma mecánico, que monopolizó la técnica prácticamente hasta el siglo pasado, las tecnologías de control de procesos pueden ser incluidas en dos grandes clases o categorías.

Por una parte, están aquellos dispositivos que permitieron controlar a una infinidad de herramientas y máquinas. Esos dispositivos actúan con independencia de la acción de las personas ya sea impidiendo o compensando las variaciones no deseadas en los artefactos. Algunos de esos dispositivos, a los que llamaremos "operadores tecnológicos de control" (OTC), son las guías, los topes, los reguladores de diferente clase, etcétera. Por otra parte, están las tecnologías de medición que generan datos, en un entorno cualquiera cuyas propiedades se desean controlar, y a partir de los datos recogidos es posible controlar alguna de las variables del proceso.

La automatización de los procesos técnicos de trabajo

Los contenidos de séptimo grado de Educación Tecnológica hacen referencia al paradigma de la automatización, de forma análoga a cómo la *mecanización* organizaba los del segundo ciclo. Históricamente ambas categorías remiten sin ambigüedades a determinadas épocas, países y tecnologías, y permiten lograr síntesis de sentido que facilitan su apropiación tanto por parte de los docentes como de los alumnos. Sin embargo, el proceso de tecnificación, que consiste en lograr artefactos "más automáticos", vale decir, que se hagan cargo de mayor cantidad de funciones que hasta ese momento realizaban las personas, se asemeja mucho más a un proceso continuo que a un proceso por saltos. Tanto es así que, como dijimos anteriormente, este proceso se confunde con la historia misma de la técnica.

Dentro del campo de la automatización de los procesos técnicos de trabajo diferenciaremos los sistemas de control por programa fijo de los autorregulados o de lazo cerrado. En séptimo grado nos centraremos fundamentalmente en el primer tipo de control, que involucra tanto los sistemas de control por tiempo o temporizadores y los que realizan una secuencia fija de "instrucciones", como el controlador secuencial de un lavarropas, que determina las etapas de lavado, enjuagado y centrifugado. Este tipo de controladores necesita una función de memoria que almacena los programas.

Sin embargo, los dispositivos de control por programa fijo presentan algunas limitaciones que los hacen de difícil empleo para el control de procesos continuos. Los valores que se utilizan en los programas se basan en estimaciones del comportamiento del proceso, es decir, no toman registros reales de las distintas perturbaciones que afectan a todo sistema y por ende no pueden compensarlas. La utilización de sistemas de medición, como los vistos en el segundo ciclo, y el desarrollo de sensores eléctricos y electrónicos para medir esas variaciones, contribuyeron al desenvolvimiento de sistemas de control autorregulados o de lazo cerrado. Estos sistemas usan las mediciones del estado del proceso para poder compensarlo.

Los procesos controlados por autorregulación logran maximizar la eficacia y la

⁶ El carácter ambiguo de las tecnologías es una constante: las mismas tecnologías informatizadas de base microelectrónica que profundizan este proceso de reemplazo de las personas por automatismos en el seno de las organizaciones de trabajo extienden la posibilidad de emplear cámaras de fotografía y computadoras a la mayor parte de la población. De esa manera mucha gente puede lograr fotografías, textos, comunicaciones con el exterior, etc., que antes estaban reservados a minorías.

eficiencia de los procesos técnicos permitiendo prescindir, casi completamente, de la presencia de operadores humanos excepto para tareas de supervisión y control general. Pero, además, posibilitan la realización de diversos procesos continuos, de base química y electrónica, que no podrían ser efectuados en ausencia de tecnologías de control. La intención de esta propuesta en séptimo grado es que se trabaje el control por programa fijo en sus diversos aspectos. El control por autorregulación es presentado este año solo para reconocerlo como respuesta a las limitaciones del control por programa fijo en su principal campo de aplicación: los procesos continuos.

En esta idea básica no solo es importante que los alumnos conozcan los distintos sistemas de control y sus principales funciones, sino que es necesario trabajar con algunos conceptos más generales que involucran a distintos sistemas de control que son inherentes a esos sistemas en los procesos técnicos. También la intención es establecer relaciones entre el control y otros conceptos de Educación Tecnológica, las formas de organizar el trabajo, la regularidad en las fuentes de energía y materiales, los conceptos de eficiencia y eficacia. La presentación de esta serie de conceptos contribuye a dotar de un sentido amplio al control, no solo para regular los sistemas, sino como una manera de delegar funciones a los artefactos aumentando así la productividad del trabajo.

IDEA BÁSICA 2. EL CONTROL DE LOS PROCESOS

Alcances

REFERIDOS A LA DIFERENCIACIÓN DE LAS ACCIONES DE CONTROL DE LAS ACCIONES DE EJECUCIÓN.

- Análisis de procesos técnicos basados en sistemas persona-producto, distinguiendo gestos de control y de transformación.
- Reconocimiento de funciones de control más diferenciadas en procesos técnicos más complejos.
- Reconocimiento de dispositivos de control con respecto a los de transformación en un proceso técnico.
Ej.: La caja de cambios en el automóvil y bicicleta, guías, plantillas, topes.
- Relaciones entre funciones de control en procesos complejos y acciones de control poco diferenciadas en procesos persona-producto.
Ej.: La estructura de control en el telar de Jacquard y las acciones de control para tejer una guarda.

REFERIDOS A LOS OPERADORES TÉCNICOS DE CONTROL POR GUÍA.

- Análisis de artefactos que utilizan sistemas de control por guía: el torno copiadador, la copiadadora de llaves, el pantógrafo de corte.
- Identificación de operadores técnicos de control: topes, fines de carrera, levas, plantillas, copia maestra.
- Reconocimiento de funciones características de control por guía: palpador, controlador, actuador.
- Descripción de la estructura de un control por guía mediante diagrama de bloques.

Alcances

REFERIDOS A SISTEMAS DE CONTROL POR PROGRAMA FIJO.

- Identificación de funciones generales que intervienen en las tecnologías de control por programa fijo: la generación de tiempo patrón y la secuencia de "instrucciones".
- Análisis y comparación de la presencia de ambas funciones en diversas tecnologías, en tornos revólver, calculadoras mecánicas, computadoras y cajitas de música...
- Reconocimiento de distintos grados de flexibilidad del sistema de control en cuanto a la posibilidad de modificación del programa.
- Representación de la estructura y del funcionamiento de un sistema de control por programa fijo por medio de diagramas de bloques y de estados.
- Identificación de limitaciones en los sistemas de regulación por programa fijo, y principios del control autorregulado.
- Estimación o medición según la simplicidad o la complejidad del sistema de control.
- Identificación de procesos de flujos continuos como principal contexto de utilización de sistemas de control, autorregulados; por ejemplo, el enfriamiento de las heladeras, el mantenimiento del nivel en los depósitos de agua (tanques de agua e inodoros), el funcionamiento de un horno eléctrico, etcétera.

REFERIDOS AL PROCESO DE CONTROL Y A LA INTENCIONALIDAD DEL MISMO.

- Indagaciones acerca de los criterios que provocó la búsqueda de nuevas tecnologías que permitieran responder a las demandas del mercado masivo: el ahorro de tiempo, la búsqueda de la continuidad espacio-temporal para eliminar la porosidad de los tiempos muertos, la adaptabilidad de la producción a las demandas cambiantes del mercado.

Orientaciones didácticas

Una primera instancia para comprender los sistemas de control es plantear a los alumnos situaciones que permitan diferenciar las acciones de control presentes en todo proceso técnico. Se puede comenzar con sistemas del tipo persona-producto, planteando identificar los gestos de control y los de transformación. Por ejemplo, en el proceso de tejido, las acciones de empujar algunas fibras de la urdimbre y soltar otras para la elaboración de una figura. Se puede observar cómo estas acciones son delegadas en un sistema de control como el telar Jacquard, que deja pasar algunas agujas y empuja otras reproduciendo el dibujo de las tarjetas perforadas que controlan este sistema.

Si llevamos al extremo el concepto de control como la restricción de estados posibles, podemos llegar a reconocer acciones de control en muchos aspectos del proceso; por ejemplo, cuando utilizamos cierta herramienta en un proceso técnico, se puede considerar como una acción de control, pues estamos limitando los estados no deseados, que ocurrirían si no se emplea dicha herramienta.

Cuando se presentan los dispositivos de control, es conveniente relacionar este tema con algunos contenidos estudiados en años anteriores. Por ejemplo, cuando se vio la estructura fundamental de las máquinas, se reconoció la función de transmisión; cuando se pueden variar los elementos de transmisión, por ejemplo los cambios de una bicicleta o los de un automóvil, tenemos ejemplos de dispositivos de control.

Tomar ejemplos de sistemas no mecánicos permitirá ampliar este concepto de dispositivo de control ya que es muy usado en dispositivos hidráulicos, válvulas, y

eléctricos cuando se controla la velocidad de ventiladores, o temperatura de calefactores.

En los sistemas de control por programa habrá dos subtipos. La primera clasificación abarca los llamados "temporizadores" donde solo hay uno o a lo sumo dos elementos por controlar; un temporizador de cocina que hace sonar una chicharra luego de un tiempo, las luces automáticas de escalera, que durante el tiempo que están activadas apagan la señal indicadora del pulsador. Los segundos tienen varios elementos y la activación o desactivación corresponde a una secuencia fija. Los más conocidos son las cajitas musicales, las pianolas, los tornos revólver controlados por levas, los controladores de lavarropas ("programas") y actualmente los expendedores automáticos de bebidas.

En estos diversos artefactos encontramos funciones comunes, un elemento que marca ciertos tiempos regulares y una secuencia de instrucciones, el "programa" donde se indica el lapso de activación y desactivación de cada elemento. Este programa "va a estar soportado" en diversos elementos: tarjetas perforadas, rollos de papel, tambores con varias levas simples para pianolas y cajitas de música y lavarropas, tambores de levas complejas, un torno revólver y actualmente en diversos dispositivos de memoria electrónicos. Entonces la operación de almacenar el programa "está soportada" en diversos dispositivos según el tipo de tecnología empleada: mecánica, electromecánica, electrónica.

La agrupación de estos sistemas de control bajo una única categoría, sistemas de control por programa, se justifica por las funciones en común que tienen, ya que los temporizadores son un caso particular de programación. En sentido estricto, un control temporizador tiene "memoria" porque almacena un programa de una sola instrucción, que se ejecuta durante un único periodo de tiempo.

Otro aspecto por considerar en el análisis de estos sistemas es su flexibilidad; por ejemplo, cambiar un programa, que significa elaborar una nueva y costosa pieza patrón, como en el copiado por guía; cambiar un rollo de papel; cambiar un chip de memoria, o un tambor de levas. En ocasiones se plantean dos niveles: el programador es capaz de cambiar el programa y el usuario solo puede elegir qué programa usa, como en el caso de la expendedora y el lavarropas. La flexibilidad está asociada al tipo de codificación de la información utilizada. Si es simple, la puede hacer un operario, como los nuevos programas de control numérico; si la codificación es compleja, para realizar una nueva pieza es necesario recurrir a un experto programador. Es importante que los alumnos analicen la flexibilidad pues permite comprender uno de los aspectos que explica la tendencia de la programación en soportes electrónicos respecto de los sistemas electromecánicos, a pesar de que se siguen usando artefactos con programación mecánica; por ejemplo, en los lavarropas y en los motores de los automóviles.

La limitación de los controles por programas permite comprender que éstos se manejan con estimaciones mientras que los sistemas autorregulados sencillos lo hacen con información de sensores. Esto permitirá apreciar que el campo de aplicación de los mismos se orienta principalmente a los procesos continuos.

IDEA BÁSICA 3

El sistema de las tecnologías

Metálogo: ¿Cuánto es lo que sabes?
 Hija: Papá, ¿cuánto es lo que sabes?
 Padre: ¿Yo? Humm... tengo una libra de conocimiento.
 Hija: No seas tonto. ¿Es una libra esterlina o una libra de peso? Te pregunto cuánto sabes realmente.
 Padre: Bueno, mi cerebro pesa alrededor de dos libras y supongo que utilizo más o menos una cuarta parte... o que lo uso con un cuarto de eficacia más o menos. Digamos, entonces, media libra.
 Hija: ¿Pero sabes más que el papá de Juanito? ¿Sabes más que yo?
 Padre: Humm. Una vez conocí un niño en Inglaterra que preguntó a su padre: "¿Los padres saben siempre más que los hijos?" y el padre dijo: "Sí". La pregunta siguiente fue: "Papá, ¿quién inventó la máquina de vapor?", y el padre dijo: "James Watt", y entonces el hijo replicó: "Pero, ¿por qué no la inventó el papá de James Watt?"
 Hija: Yo sé. Yo sé más que ese chico porque sé por qué no la inventó el padre de James Watt. Fue porque alguna otra persona tenía que pensar alguna otra cosa antes de que alguien pudiera hacer una máquina de vapor. Quiero decir algo así -no lo sé-, pero había alguien que tenía que descubrir primero el aceite antes de que alguien pudiera hacer una máquina.

Gregory Bateson, *Pasos hacia una ecología de la mente*.

Presentación de la Idea básica 3

Cuando el centro de interés de la Educación Tecnológica se desplaza de los procesos y de las tecnologías consideradas en forma individual al análisis de las relaciones que establecen entre sí, se ingresa al campo de los denominados *Sistemas Técnicos*. Los Sistemas Técnicos constituyen contenidos novedosos dentro del Área pero que se asientan en conceptos sistémicos trabajados a lo largo del segundo ciclo. Nos referimos a la consideración de que cada tecnología es, en realidad, un pequeño sistema formado por soportes, artefactos y conocimientos relacionados de tal manera que, en la medida en que cambia alguno de ellos, tienden a modificarse los demás. Prosiguiendo con esta concepción, en la Idea básica 3 se presentarán sistemas compuestos por varias tecnologías en interacción.

Un tipo de relación es la que permite comprender de qué forma una clase de procesos y de tecnologías debe necesariamente asociarse a otras tecnologías para alcanzar sus propósitos. Es lo que ocurre, por ejemplo, entre los procesos y tecnologías de aprovechamiento de energía y las de producción de materiales donde, para producir cualquier tipo de materiales, es necesario contar con cierta clase y monto de energía. Y viceversa, ya que, para producir tecnologías que aprovechen la energía, es necesario contar con tecnologías que produzcan y procesen materiales, como para fabricar, por ejemplo, hornos, embalses, generadores eléctricos, etc. Vale decir que en cada cultura y en cada momento histórico es necesaria la existencia de un conjunto

de tecnologías asociadas de manera tal que la existencia y el funcionamiento de cada una se sustente en la existencia y la actividad de las demás. Resulta más sencillo de comprender esta clase de sistemas técnicos cuando se los refiere a las culturas tradicionales, ya que solían conservarlos casi invariables a lo largo del tiempo. De esa forma, puede apreciarse el carácter "cerrado" de esta clase de sistemas pues lo que se desea poner de relieve es, justamente, la composición estable y constante del sistema, donde lo único que se transforma en el transcurso del tiempo son los mismos insumos que generan idénticos productos sin hacer referencias a los cambios que pueden experimentar los procesos y las tecnologías.

Aunque la noción de Sistema Técnico suele aplicarse al conjunto total de procesos y tecnologías que coexisten en un determinado tiempo y lugar, también suele emplearse para caracterizar a sistemas más simples incluidos dentro del primero. Así, por ejemplo, el ferrocarril puede ser considerado un *sistema técnico* donde coexisten locomotoras, molinos de agua para alimentar las calderas, telégrafos para las comunicaciones entre las estaciones, líneas eléctricas, sistemas de señales, escuelas de formación para maquinistas, señaleros, etc. Eso no impide considerar al ferrocarril como una tecnología compleja, incluida dentro de un Sistema Técnico mayor donde también existen buques de vapor, acerías, etcétera.

A partir de la noción de Sistema Técnico descrito es posible dar un paso más para comprender cómo se modifica. Considérese, por ejemplo, la aparición de una innovación dentro de un Sistema Técnico preexistente. Podría tomarse como ejemplo la aparición y la difusión del automóvil, de los teléfonos celulares, del ferrocarril... A diferencia de lo que decíamos sobre el Sistema Técnico, en el sentido de constituir un sistema cerrado, ahora tenemos, a partir de la innovación, una cadena de efectos que van generando o promoviendo a su vez nuevas modificaciones sobre el Sistema Técnico. De esta manera, el Sistema se abre generando nuevas ramificaciones y prolongaciones, la mayoría de las cuales es creada a partir de procesos y tecnologías pertenecientes al mismo Sistema Técnico. Por ejemplo, en el caso de la difusión del automóvil, se crearon, a partir de las tecnologías disponibles, estaciones de servicio, escuelas de formación de mecánicos, obras civiles (rutas pavimentadas, puentes), y otras novedades, aunque cada innovación promueva la aparición de nuevos procesos y tecnologías. Así, la aparición de novedades en diferentes regiones del Sistema Técnico impulsa el incremento de procesos y tecnologías que pueden llegar a desembocar en una transformación global del Sistema Técnico dando lugar a otro Sistema Técnico. Sin embargo, tal como ocurrió con la denominada Revolución Industrial, las causas o determinaciones tecnológicas no suelen ser en sí mismas las promotoras del pasaje de un Sistema Técnico a otro si no se asocian a determinaciones culturales, sociales y económicas.

Existe una tercera dimensión muy interesante de estudiar en relación con los Sistemas Técnicos. Se refiere a cómo las tecnologías más características o tradicionales de un Sistema Técnico son necesarias para construir las primeras versiones de las nuevas tecnologías que, posteriormente, habrán de superarlas y eliminarlas (o limitarlas en su uso). Esta cuestión es diferente de cuando se analiza la forma en que, por ejemplo, se tecnifica la tarea de escribir, ya que la escritura con pluma y tintero no se emplea para fabricar la nueva lapicera. Si es el caso, por ejemplo, de la fabricación de las primeras máquinas a vapor (motores de vapor). En el Sistema Técnico originado a partir de la Revolución Industrial, la máquina de vapor reemplazó tanto a las anteriores máquinas de vapor como a la gran variedad de ruedas hidráulicas y molinos de viento que se venían empleando desde hacía muchos siglos. Esa máquina de vapor llegó a mover, en las fábricas, al conjunto de las máquinas herramien-

tas mediante las cuales se construían todo tipo de artefactos, inclusive, a las máquinas de vapor. Pero las primeras máquinas de vapor fabricadas en diferentes países (como Inglaterra y Estados Unidos de América, por ejemplo) fueron construidas mediante el uso de tornos y herramientas complejas que funcionaban a pedal, mediante la energía hidráulica o, directamente, mediante herramientas movidas a mano (sistema P-P).

Desde esta nueva perspectiva, lo que se valoriza no es el proceso lineal consistente en mejorar, cambiar o crear una tecnología a partir de la anterior, sino que se trata de poner de relieve las relaciones e interdependencias materiales que permiten comprender cómo cada tecnología, en cada momento histórico, está supeditada a otras tecnologías que le proveen de medios materiales, de energía, de conocimientos y de los especialistas portadores de esos conocimientos para que pueda concretarse.

Si mediante la apelación a la *delegación de funciones* se subraya el cambio de las tecnologías en el transcurso del tiempo en un plano abstracto, las interdependencias privilegian el carácter *material* de los intercambios. Y la comprensión recíproca de ambas dimensiones, al dar cuenta de la coexistencia de cambios y conservaciones, habilita la comprensión de lo que denominamos el *sistema de las técnicas* (y que será presentado en el tercer ciclo).

En realidad, todos los procesos técnicos se verifican en el tiempo (por eso se los denomina procesos) pero en tanto algunos forman parte de sistemas abiertos, en los que las tecnologías cambian con el tiempo (tecnificaciones, cadenas de efectos), otros procesos se desarrollan dentro de sistemas (transitoriamente) cerrados, donde cada uno de ellos se repite incesantemente formando ciclos y enlazándose a los ciclos de otros procesos mediante flujos de materiales, energía, datos o conocimientos. Estos ciclos cerrados se "abren" cada vez que se produce una nueva tecnificación y vuelven a cerrarse durante otro período. De esa manera, al abrirse e incorporar tecnificaciones, no sólo se modifican a sí mismos, sino que habilitan la posibilidad de existencia de nuevas tecnologías y procesos que hasta ese momento sólo eran posibles formalmente o que, ni siquiera, eran imaginables todavía.

El Sistema Técnico existente en cada época y lugar opera tanto promoviendo y posibilitando la creación de nuevas tecnologías como limitando o bloqueando los esbozos de cambios que pueden llegar a manifestarse. En este sentido, el Sistema Técnico actúa como un regulador que le fija a cada innovación un determinado período de tiempo para que pueda llegar a difundirse por todo el Sistema.

Alcances

REFERIDOS A LOS SISTEMAS TÉCNICOS.

- Reconocimiento de vinculaciones entre conjuntos reducidos de tecnologías.
- Reconocimiento y comprensión del rol jugado por las principales clases de tecnologías dentro de Sistemas Técnicos de diversa complejidad: de producción de materiales y artefactos, de aprovechamiento de energía, de medición y control, de formación de perfiles profesionales.
- Análisis y descripción de ciclos de producción, uso, mantenimiento y reciclado de tecnologías. Analizar la articulación de dos o de tres ciclos de ese tipo en referencia a tecnologías bien conocidas por los alumnos para destacar las interdependencias existentes entre ellos.

Alcances

REFERIDOS A LOS SISTEMAS TÉCNICOS.

- Considerar cómo cada Sistema Técnico opera, en cada tiempo y lugar, de una manera dialéctica. Por una parte, constituye la fuente de los materiales y de las tecnologías que promueven la creación de nuevas tecnologías. Por otra parte, retrasa la producción, la circulación y el uso de esas tecnologías en la medida en que no está adaptado a ellas o que se resista a lo nuevo por razones de diferente naturaleza.
- Representación gráfica de Sistemas Técnicos. Comprensión de su carácter de sistemas cerrados.

REFERIDOS A LAS CADENAS DE EFECTOS DENTRO DE UN SISTEMA TÉCNICO.

- Conocimiento, discusión y comprensión de las principales cuestiones involucradas en los fenómenos de propagación de efectos de las innovaciones: cambios en los montos de producción de procesos preexistentes, promoción de nuevos artefactos, creación de nuevos perfiles profesionales, cambios en las costumbres, etc. Se sugiere alternar en los ejemplos sistemas complejos con otros más simples y cotidianos: el ferrocarril, el automóvil, el freezer y el microondas, las radios portátiles, los paseadores de perros, el comercio electrónico, etcétera.
- Destacar el papel cumplido por los factores sociales, políticos y económicos en el dinamismo de un sistema técnico cualquiera tanto como estímulo o freno de las innovaciones. Resaltar la importancia del aumento de productividad promedio al que debe aspirar una nueva tecnología para desplazar del medio técnico existente a otras tecnologías.
- Análisis y crítica de los propósitos que pueden llevar al desplazamiento de unas tecnologías por otras y a sus efectos sobre la vida en sociedad y sobre la autonomía de las naciones con diferentes niveles de desarrollo tecnológico en relación con otras. Representación gráfica de cadenas de efectos. Comprensión de su carácter de sistemas abiertos.

REFERIDOS A LAS DEPENDENCIAS ENTRE TECNOLOGÍAS DE DIFERENTES GENERACIONES.

- Análisis de las dependencias materiales entre conjuntos de tecnologías.
- Comprensión y valorización del rol que cumplieron las tecnologías tradicionales en la producción material de las nuevas.
- Determinación y discusión del rol ejercido por los incrementos en eficacia y en eficiencia (o productividad) existentes entre secuencias de tecnologías diferentes empleadas para realizar procesos o tareas semejantes.

Orientaciones didácticas

Los contenidos que integran esta Idea básica demandan un conocimiento previo del conjunto de tecnologías que deberán ser analizadas, y también de las relaciones y vinculaciones existentes entre los principales procesos descritos. Como los conceptos discutidos en esta Idea básica son relativamente complejos y proceden de síntesis de los contenidos estudiados durante los últimos cuatro años, las actividades que se sugieren para trabajarlos en el aula son de tipo simbólico; se excluyen, por lo tanto, las actividades de tipo experimental.

Estas actividades pueden ser de diferentes clases.

Juegos de tarjetas

Puede presentarse un conjunto de tarjetas, cada una de las cuales ofrece un texto fragmentado sobre algún rasgo perteneciente a un Sistema Técnico. La tarea consiste en relacionar cada tarjeta a fin de ir construyendo hipótesis que permitan dar coherencia a la información dispersa en el conjunto de las tarjetas. De esta manera, se podrá acceder a la comprensión de la dinámica de un Sistema Técnico, a la existencia de cadenas de efectos y de dependencias entre tecnologías.

Representaciones gráficas

Pueden proponerse como extensión de los juegos de tarjetas o como una actividad independiente. En este caso puede presentarse como objetivo la selección o la creación de un tipo de representación gráfica con el propósito de lograr una comprensión sintética de un texto ofrecido para investigar.

Puede reemplazarse el texto por información recogida, mediante un trabajo de campo, en algún establecimiento que realice procesos técnicos de cualquier tipo, con la única condición de que no se aborden cuestiones y conceptos de mayor complejidad que los propuestos en los siete primeros años de la EGB.

Análisis de situaciones hipotéticas

Es interesante que los alumnos propongan, previa discusión y relevamiento de datos, situaciones que hayan podido tener existencia real y que permitan ejemplificar y comprender las relaciones de dependencia material entre las tecnologías. Un ejemplo posible podría ser el siguiente: Los mangos de madera de los serruchos fueron contruidos mediante otros serruchos semejantes (además de emplearse otras herramientas, como formones, gubias, etc.) que también tenían los mangos de madera. Pero esto no pudo haber sido siempre así, ya que en algún momento debieron haberse fabricado los primeros serruchos con mango de madera. Para fabricarlos debió haberse usado una clase de sierras o serruchos propios de ese Sistema Técnico, que luego fueron reemplazados por los serruchos que ayudaron a fabricar. Después del planteo de esta situación debería investigarse sobre las tecnologías y los procesos que permitieron la realización de esos primeros mangos.

Bibliografía básica de consulta sugerida

Idea básica 1

- ATTALI, Jacques, *Historias del tiempo*, México, FCE, 1985.
- CIPOLLA, Carlo M., *Las máquinas del tiempo*, Buenos Aires, FCE, 1998.
- GIMPEL, Jean, *La revolución industrial en la Edad Media*, Madrid, Taurus, 1981. En particular el capítulo 7, "La revolución silenciosa: el reloj mecánico".
- HAWLEY, Amos H., *Ecología humana*, Madrid, Editorial Tecnos, 1975. Especialmente el capítulo XV: "El aspecto temporal de la organización ecológica".
- JÜNGER, Ernst, *El libro del reloj de arena*, Barcelona, Tusquets editores, 1998.
- LÓPEZ, Mario Justo, *Historia de los ferrocarriles nacionales, 1866-1886*, Buenos Aires, Lumière, 1994.
- MUMFORD, Lewis, *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza. Especialmente capítulo 1: "Preparación cultural", apartado 2: "El monasterio y el reloj" (aún hoy sigue constituyendo uno de los textos más apasionantes referidos a las tecnologías del tiempo).
- PACEY, Arnold, *El laberinto del ingenio*, Barcelona, Gustavo Gili ed., 1980.
- RAMOS TORRE, Ramón, *Tiempo y sociedad*, Madrid, Siglo XXI - CIS, 1992. En particular el capítulo 6: "Estructuración y medición del tiempo: sobre la interrelación entre los instrumentos de medición del tiempo y el tiempo social".
- USHER, Abbot Payson, *Uma história das invenções mecânicas*, Campinas, Papirus, 1993. Especialmente el capítulo 12: "O desenvolvimento de relógios em instrumentos de precisão: 1500 - 1800".

Idea básica 2

- ARACIL, Javier, *Máquinas, sistemas y modelos: un ensayo sobre sistémico*, Madrid, Tecnos, 1986.
- BUCH, Tomás, *El Tecnoscopio*, Aique, Buenos Aires, 1996. Especialmente el capítulo 10.5: "Instrumentación y control".
- *Sistemas tecnológicos (contribuciones a una Teoría de la artificialidad)*, Buenos Aires, Aique, 1999.
- CORIAT, B., *El taller y el robot*, México, Siglo veintiuno editores, 1996. Especialmente, en la primera parte, "La nueva electrónica del Taller".
- *El taller y el cronómetro*, México, Siglo veintiuno editores, 1997.
- GORZ, A., *Metamorfosis del trabajo*, Madrid, Editorial Sistema, 1997.
- GROOVER, Mikell P., *Fundamentos de manufactura moderna, materiales, procesos y sistemas*, México, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997. Especialmente la parte X: "La automatización y los sistemas de producción".
- PÉREZ, L., M. BERLATZKY y M. Cwi, *Tecnología y Educación Tecnológica*, Buenos Aires, Kapelusz, 1998.

Idea básica 3

- BUCH, Tomás, *Sistemas tecnológicos*, Buenos Aires, Aique, 1999.
- CORIAT, B., *El taller y el robot*, Madrid, Siglo XXI, 1993. Especialmente el prólogo: "Una nueva coyuntura histórica".
- JACOMY, Bruno, *Historia de las técnicas*, Buenos Aires, Losada, 1992.
- LEROI-GOURHAN, A., *El medio y la Técnica*, Madrid, Taurus, 1989. En particular el capítulo IX: "Evolución y técnicas".
- MUMFORD, Lewis, *Técnica y civilización*, Barcelona, Alianza, 1982. Especialmente el capítulo 3: "La fase eotécnica".
- PORTNOFF, Andre-Yves y Thierry GAUDIN, *La Revolución de la inteligencia*, Buenos Aires, INTI - EUDEBA, 1988. Especialmente el ítem 3 del capítulo I: "Puntos de referencia" y el capítulo II: "El cambio del sistema técnico".
- WIENER, Norbert, *Creatividad*, Barcelona, Tusquets, 1995. Especialmente el capítulo 4: "El clima tecnológico y la invención".

