

Tecnología. Estrategia didáctica

8



*Ministerio de Educación
Ciencia y Tecnología*



**Instituto Nacional de
Educación Tecnológica**

Autoridades

Presidente de la Nación

Eduardo Duhalde

Ministra de Educación, Ciencia y Tecnología

Graciela Giannettasio

Director Ejecutivo del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

Horacio Galli

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Juan Manuel Kirschenbaum

Especialista en contenidos

- Luis Doval

serie/educación tecnológica

Títulos

1. De la tecnología a la Educación Tecnológica
2. Algo más sobre la Tecnología...
3. Los procedimientos de la Tecnología
4. Tecnología en el aula
5. ¿Qué son las TOG?
6. La educación tecnológica. Aportes para su implementación
7. Tecnología. Finalidad educativa y acercamiento didáctico
8. Tecnología. Estrategia didáctica

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica	7
La serie <i>Educación Tecnológica</i>	9
La estructura de <i>Tecnología. Estrategia didáctica</i>	11
1. Un marco didáctico para la Educación Tecnológica	
• El proyecto curricular de Tecnología	26
• Las opciones del equipo de profesores de Tecnología	36
2. La organización del curso de Tecnología	
• La larga marcha de Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos	43
• El relato en el marco de la Educación Tecnológica	71
3. La tarea diaria en el aula-taller de tecnología	
• Cómo aprenden los chicos de tercer ciclo de la EGB y de Educación Polimodal	106
• Noveno segunda en tarea	114
• El modelo de Educación Tecnológica que sustentó esta experiencia	143
Bibliografía	147

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, noviembre de 2002

La Serie Educación Tecnológica

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

Acompañar a nuestros colegas docentes en la definición del campo de problemas, contenidos y procedimientos de la Educación Tecnológica, y de las diferentes ramas de la tecnología presentes en la escuela.

Se trata de materiales introductorios, de encuadre, que van a permitir contar con una primera configuración del área de la Tecnología y de sus componentes fundamentales, componentes que integran las diferentes ramas de la tecnología que se enseñan en los distintos niveles, ciclos, orientaciones, modalidades, trayectos y acciones de formación profesional de nuestro sistema educativo.

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

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

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

El desafío es que, aún tratándose de planteos globales, los profesores de disciplinas tecnológicas puedan integrar estos materiales al desarrollo de la asignatura que enseñan, independientemente de cuál sea ésta.

Tecnología. Estrategia Didáctica, el material que usted tiene en sus manos es una versión digital de la publicación del mismo nombre que, en 1998, elaboró el Programa de Perfeccionamiento Docente Prociencia-CONICET¹, del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación Argentina y al que desde el CeNET nos proponemos continuar distribuyendo, para satisfacción de todos aquellos educadores en Tecnología

¹ El CONICET es el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva –Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología–.

que se capacitaron a través de su contenido² y de aquellos que –hoy– desean interiorizarse en sus propuestas.



² La versión de este libro en soporte papel formaba parte del Proyecto Educación Tecnológica del Programa Prociencia –CONICET–.

- Su autor es Luis Doval, licenciado en Educación y profesor en Disciplinas Industriales, posgraduado en Conducción Educativa; coordinador del proyecto de Educación Tecnológica del Programa Prociencia-CONICET; integrante del equipo de capacitación en Tecnología del Programa de Capacitación Docente del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación; coordinador de la Unidad de Proyectos tecnológicos y de la Unidad de Cultura Tecnológica del Centro Nacional de Educación Tecnológica –INET, Ministerio de Cultura y Educación de la Nación–; profesor titular de asignaturas técnicas en la Escuela de Educación Media N° 2 del Distrito Escolar 10, de la ciudad de Buenos Aires.
- Y actuó como consultor para el contenido tecnológico Eduardo Aberbuj.

La estructura de Tecnología. Estrategia Didáctica

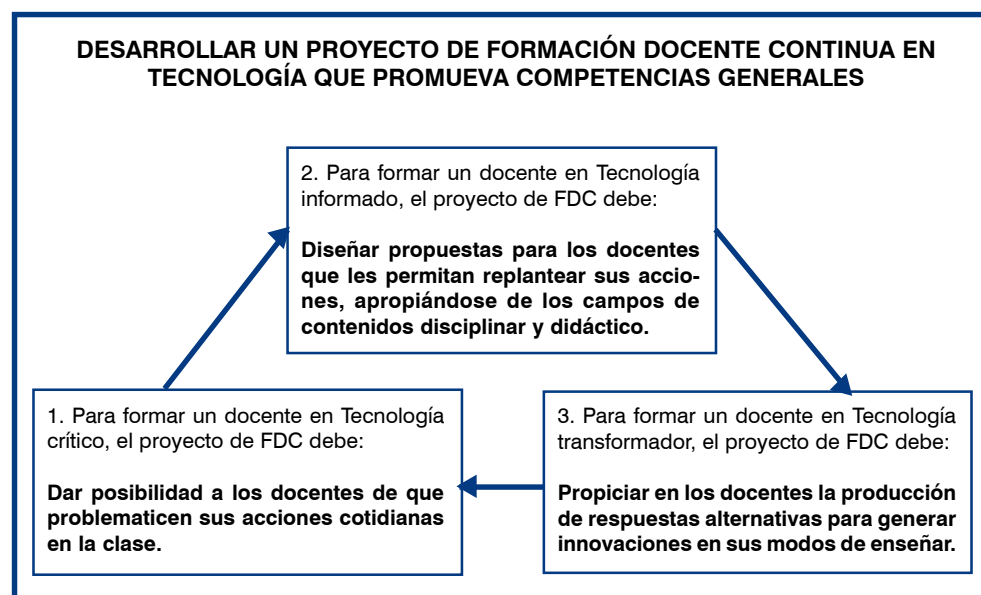
Tecnología. Estrategia didáctica presenta una continuidad de contenidos con **Tecnología. Finalidad educativa y acercamiento didáctico**, nuestro módulo de capacitación anterior; pero, en esta oportunidad, acotando los destinatarios a los maestros y profesores del Tercer Ciclo de la Educación General Básica y a los de Educación Polimodal que se dedican, específicamente, a la enseñanza de la Tecnología.

Como usted irá advirtiéndolo a lo largo de las páginas, existen continuidades entre los libros de esta serie:

- la concepción de formación docente continua,
- los objetivos de la capacitación,
- el marco epistemológico de la Tecnología.

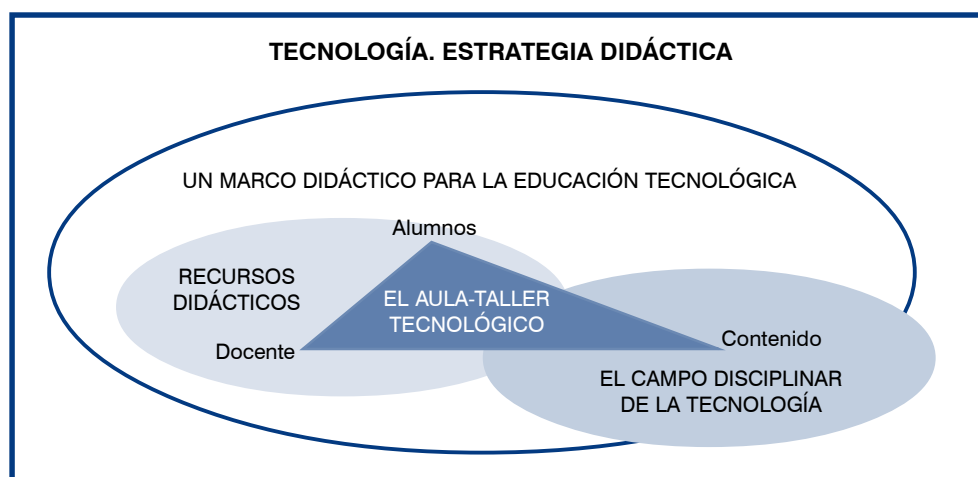
Los módulos están sustentados por la misma concepción de formación docente continua. Su propósito fundamental es permitir al maestro y al profesor cursante poner en marcha una vigilancia didáctica sobre sus prácticas, problematizarlas, reflexionar acerca de ellas con sus colegas, investigar cómo aprenden sus alumnos y cómo intervinieron ellos en este proceso, cuestionar los contenidos, replantearlos, adaptarlos, generar entornos de trabajo más coherentes y ricos, tanto para los chicos como para ellos.

Por esto, en este proyecto de formación docente continua en Educación Tecnológica, intentamos avanzar en un circuito que podría esquematizarse de este modo:



Planteadas ya las continuidades, centrémonos ahora en las particularidades de **Tecnología. Estrategia didáctica**.

Este cuadro puede servirle como hoja de ruta para aclarar el camino que encaremos:



En nuestro anterior módulo de capacitación, **Tecnología. Finalidad educativa y acercamiento didáctico** nos centramos en el campo disciplinar (¿Qué es la Tecnología? ¿Cómo puede plantearse una educación tecnológica desde la escuela? ¿Qué es un objeto tecnológico? ¿Qué es el aula-taller tecnológico?). En esta ocasión lo haremos en el campo didáctico, esbozado en el anterior, definido en función de la enseñanza de contenidos tecnológicos.

Los propósitos generales de **Tecnología. Estrategia didáctica** son, entonces, lograr que usted:

- Detecte, conceptualice los problemas que se presentan en su tarea cotidiana de enseñar tecnología.
- Construya, a partir del análisis de datos de la realidad y del análisis teórico, un cuadro diagnóstico de la enseñanza de la tecnología en la EGB y en la EP, que abarque todas sus dimensiones, el lugar de los contenidos, las actividades de los alumnos en el proceso de construir conocimientos tecnológicos, la metodología del trabajo docente, los diseños curriculares y sus posibilidades de concreción en una escuela en particular, los estilos de gestión institucional y su influencia en la enseñanza y en el aprendizaje, las demandas sociales, los modelos tecnológicos involucrados...
- Indague en los encuadres teóricos disciplinares y de la teoría de la enseñanza, aquellas alternativas que permitan ir avanzando hacia una educación tecnológica más coherente y eficaz.
- Diseñe, ponga en marcha, evalúe y reformule acciones innovadoras para la enseñanza de la tecnología en la escuela.

Campo

Un campo es un sistema estructurado de fuerzas objetivas, una configuración relacional de sujetos en diferentes posiciones. Se define por un capital específico en juego –económico, cultural, simbólico–. Es por ello, a la vez, un espacio de conflictos y de competencia por el capital que se juega en él. Todo campo presenta una estructura de probabilidades, de recompensas, de ganancias, de provechos y de sanciones que implican siempre un cierto grado de indeterminación. (Bourdieu, Pierre. 1991. *El sentido práctico*. Taurus. Madrid.)

La estructura de Tecnología. Estrategia didáctica

Para que usted pueda comprender cómo van a ir instrumentándose estos objetivos, deseamos plantear una síntesis de las partes en que se divide el material y de las preguntas que cada una de ellas intenta responder.

Tecnología. Estrategia didáctica está dividido en tres partes, interdependientes pero con sentido propio:

1. Un marco didáctico para la Educación Tecnológica.
2. La organización de un curso de Tecnología.
3. La tarea diaria en el aula-taller de Tecnología.

Cada una de ellas está diseñada en función de distintos propósitos, da cuenta de momentos diferentes del proceso de enseñanza y tiene una orientación particular según el momento de trabajo y el destinatario. Por esto, pueden ser leídas en el orden previsto o en la secuencia que resulte más atractiva; incluso, utilizarse separadamente o en el contexto general.

Analizaremos el contenido y los destinatarios de cada una de las partes:

1. Un marco didáctico para la educación tecnológica

Plantea el proceso llevado a cabo en una escuela, desde la elaboración del proyecto curricular institucional hasta la programación de Tecnología que diseña cada docente para organizar su tarea anual. Incluye las concepciones de Tecnología, de enseñanza, de aprendizaje, de conocimiento, de actividad, a partir de las cuales las clases adquieren sentido; también, las grandes opciones didácticas que encuadran las prácticas en el área.

Esta parte de **Tecnología. Estrategia didáctica** está dirigida a los docentes y orientada a generar respuestas a preguntas tales como:

- ¿Qué hacemos en la escuela con los CBC y con el diseño curricular jurisdiccional de Tecnología?
- ¿Qué es un proyecto curricular institucional de Tecnología?
- ¿Con qué criterio seleccionar los contenidos?
- ¿Cómo organizar los contenidos de Tecnología en un plan anual de trabajo?

2. La organización del curso de tecnología

Presenta como recurso para el aula taller Tecnológico, un texto novelado que, en un contexto de ficción, desarrolla y describe algunos problemas que se les presentan a los protagonistas.

Ellos, un técnico y un tecnólogo, interactúan para resolverlos, según sus particulares puntos de vista y su formación académica. Para hacerlo deben utilizar conocimientos que –en el tercer ciclo de EGB– son considerados contenidos de aprendizaje.

Esta parte constituye la base de referencia contextual para introducir en el desarrollo de los trabajos, algunas variables que otorgan mayor libertad para el desarrollo de la creatividad.

3. La tarea diaria en el aula-taller de tecnología

Como cada uno de los problemas de la segunda parte constituye una consigna de trabajo que puede ser utilizada en el aula, se presenta esta tercera que plantea la concreción, en un curso concreto de EGB3, del modelo de Educación Tecnológica esbozado.

A partir de registros de clase, focalizaremos el análisis en los modos de aprender de los alumnos, en las estrategias docentes, en los materiales curriculares incluidos en la tarea, en las acciones de evaluación instrumentadas.

La lectura puede seguir un desarrollo lineal, iniciarse por la sección novelada o bien prescindir de ella y comenzar por las estrategias metodológicas.

En este último caso, usted advertirá que estas estrategias ofrecen base y fundamento pero no prescriben una determinada manera de organizar las clases de Tecnología. La intención, es que cada docente utilice de ellas los elementos que le resulten más atractivos o convenientes, ya que el material tiene varios puntos donde iniciar la lectura y varios finales, es lineal y recursivo, es para el docente y también para el alumno.

Todas las unidades del curso están estructuradas a partir de dos tipos de materiales: los teóricos y los de la realidad. Sabemos que usted ejerce la docencia y que los testimonios que puede reunir para precisar los temas son tan valiosos como los que proveen los investigadores; por eso, encontrará permanentes propuestas para que acerque al trabajo sus visiones, sus preocupaciones, sus certezas, sus proyectos³.

Coherentemente con esta reconsideración de la teoría y de la práctica, usted encontrará en **Tecnología. Estrategia didáctica**:

- **Espacios de análisis conceptual**, en los que trabajaremos material teórico proveniente de investigaciones sobre los campos tecnológico y didáctico que nos aportarán precisiones para encuadrar, caracterizar y explicar con mayor rigor los procesos que convergen en una Educación Tecnológica así como para generar líneas de acción para encauzar la superación de problemas.
- **Espacios de reflexión**, para que se tome un tiempo, se reúna con sus colegas y ahonde en esta búsqueda por lograr prácticas docentes más coherentes y comprometidas con la problemática social y teórica, para que indague con otros colegas las acciones de enseñanza de las competencias tecnológicas más usuales, analizando los testimonios propios y los de maestros y profesores que acercan las dudas, satisfacciones, problemas y frustraciones que definen la tarea de educar.

Lo que estamos proponiéndole al analizar testimonios, es la base de lo que se conoce como proceso deliberativo; su eje es la reunión periódica del equipo docente de cada escuela, o de cada nivel o ciclo, para examinar las clases que coordinó cada integrante: su propuesta didáctica, sus innovaciones, su manejo teórico y la influencia de éstos en el aprendizaje de sus alumnos.

Reconozcamos que ésta no es aún una práctica muy frecuente en ninguno de los niveles del sistema educativo argentino. La experiencia de tener colegas observando nuestras clases, llevando sus registros a un grupo de pares para ser estudiados y para buscar, juntos, estrategias para que esa práctica se enriquezca y se divulgue, no deja de ser inquietante. Pero, de acuerdo con la concepción pedagógica a la que

³ *Crece en importancia, actualmente, el movimiento tendiente a mejorar la profesionalidad de los docentes, suministrándoles mayores oportunidades de dedicarse a la teorización curricular y a la investigación educativa. Ello se evidencia de varias maneras: desarrollo curricular basado en la escuela, capacitación sostenida por investigación directa dentro del servicio, y proyectos de autoevaluación profesional. Son sólo algunas muestras de que el movimiento que tiene al docente como investigador está en marcha (...). Para muchos investigadores y docentes, la práctica es lo particular y urgente, es lo que hacen los maestros cuando se enfrentan a las tareas y las exigencias que se les plantean en su trabajo cotidiano. La teoría, en diametral contraste con lo anterior, es lo que elaboran los investigadores por medio de un prudente proceso de elaboración (...) Las cuestiones más profundas de la educación quedaban reservadas a los académicos, no a los educadores. No era incumbencia de maestros y profesores el desarrollar ideas educativas sino que aplicarían los currícula preparados por otros. (Carr, William y Kemmis, Stephen. 1988. Teoría crítica de la enseñanza; la investigación-acción en la formación del profesorado. Martínez Roca. Barcelona).*

adherimos, es la manera de lograr la formación continua y la profesionalización de la tarea docente.

La técnica deliberativa se sustenta en el principio de que el esfuerzo de maestros y de profesores no debería estar puesto tanto en la búsqueda de “fórmulas” infalibles para enseñar, sino en un estudio directo de las acciones que ocurren en el trabajo cotidiano. Comenzar a ver juntos qué está sucediendo en el quehacer de la clase, qué cambios sería necesario introducir, cómo llevarlos a cabo, qué experiencias didácticas de otros colegas podrían implementarse en los propios cursos y, todo esto, a partir de la reflexión conjunta del equipo de profesionales.

No estoy pensando en un modelo o perfil de docente de tecnología para sustituir al actual o en un modelo de práctica docente; me interesa que pensemos en rescatar las prácticas de estos desconocidos que son los docentes concretos, singulares y heterogéneos. Es a partir de las rescatadas prácticas docentes que podemos pensar en articular procesos de formación permanente de los docentes, prepararlos para analizar, desconstruir y reconstruir sus prácticas. En este proceso no es una norma fija lo que se busca; es la conciencia de su valor de sujeto histórico que genera prácticas sociales, lo que interesa. Si las investigaciones dan cuenta de “regularidades recurrentes” en las prácticas de los docentes, éstas pueden ser tomadas o desechadas en función de la perspectiva del docente que construye estrategias; pueden servirle como referencia, no como modelo o imposición. Si esto (¡Oh, valor de la utopía!) sucediera, la distancia entre los teóricos de la educación y los docentes se estrecharía vertiginosamente: el interjuego de ambas, las búsquedas conjuntas co-operarían, entre otros factores, a ello. (Susana Barco. 1989. “Racionalidad, cotidianidad y Didáctica”. Ponencia en las *Primeras Jornadas Regionales de Didáctica*. Universidad Nacional de San Juan).

Podemos anticiparle, entonces, que no encontrará en este trabajo algoritmos didácticos. En cambio, le presentaremos propuestas que intentan permitirle reflexionar acerca de la propia acción y, apoyándose en la teoría, deliberar con los demás integrantes del equipo lo actuado por docentes y alumnos durante el proceso de enseñanza.

No existen recetas. Sólo la capacidad de reflexión sobre la práctica, ayudada por la teoría, puede cambiar la práctica. Defiendo el modelo de docente como profesional inseguro, cuya única seguridad está en su praxis contextualizada, y en su reflexión pre y post-acción. (Gimeno Sacristán, José. 1988. “Prácticas docentes”. Conferencia en el Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.)

Este módulo nos instalará en una escuela real, con maestros y profesores que se nos parecen y con los que compartimos dudas acerca de cómo enseñar Tecnología, cómo seleccionar contenidos, cómo organizarlos en una planificación, cómo diseñar las clases, qué materiales utilizar para lograr el compromiso del grupo de adolescentes, cómo evaluar sus producciones.

En esas circunstancias, con esas inquietudes, participaremos en el proceso de elaboración de un Proyecto Curricular Institucional que integra un área nueva a la escuela, con una lógica diferente y una concepción de la tarea educativa que suele distanciarse de las prácticas más difundidas.

Allí, un grupo de docentes procura integrar los nuevos contenidos de aprendizaje y modalidades de trabajo con ciertos criterios fuertemente arraigados en la tradición institucional. Generan, por supuesto, resistencias y debates que en algunos casos obstaculizan y en otros ayudan a lograr puntos de equilibrio para una situación inédita.

Queremos presentarle a estos colegas.

¡Cómo no teníamos nada que hacer...!

- *¡Aquí tienen todo lo necesario!*, comentó entusiasmado Iberlucea, el director, después de pequeñas explicaciones, grandes lineamientos y desmesuradas expectativas.

Para acreditar sus palabras les acercó, a través de la mesa que los reunía, una pila de unos treinta centímetros de altura con documentos varios (para la transformación educativa, para el desarrollo curricular, los CBC, etc.), y agregó:

- *Es más, como tienen que partir casi de cero, le dije a Lelia que dejara otras cosas y que se dedicara sólo a colaborar con ustedes.*

Ernesto, líder del grupo de los “fierros” de la escuela, pragmático, solvente y seguro de la eficacia de su trabajo, era bastante refractario a todo aquello que no fuera riguroso, objetivo y palpable. Con su habitual buen humor, saludó alborozado la llegada de Lelia al equipo de trabajo.

- *¡Lo único que nos faltaba, una pedagoga de cabecera de uso oficial y exclusivo del equipo de Tecnología! En dos meses tenemos en marcha el Liceo de Señoritas. Bien, Iberlucea, bien... Yo te tenía ingresado en la categoría “vasco”; pero, me parece que ahora, además, te tengo que habilitar un casillero en una nueva...*

La uniformidad de criterio no era, precisamente, una de las características de la escuela. Si de algo se vanagloriaba su director (y sacaban muy buen provecho los alumnos), era de haber logrado reunir un conjunto heterogéneo de profesionales de distintas disciplinas con algunas características en común: responsables, capaces, laboriosos, comprometidos con su trabajo... y con sus ideas. Lelia, Ernesto, Dante y Natalia, no eran una excepción a esta regla; cada uno en su especialidad, eran los portaestandarte.



Esta característica de la escuela, según decía su director, le garantizaba al alumno una formación polivalente y, a la institución, la necesidad de mejorar y reformular su tarea en forma continua.

Mientras Iberlucea pasaba revista al grupo que se retiraba, algunos episodios memorables en los cuales intervinieron sus integrantes, volvieron a pasar por su mente.

Recordó las discusiones de Natalia cuando, en sus primeros años de estudios superiores, comenzó a trabajar en una fábrica y a colaborar en la institución. Creativa, impetuosa y recién ingresada al laboratorio de la escuela, impulsó la necesidad de diseñar y corroborar las experiencias con la computadora, generando el desasosiego y la reprobación de muchos de los históricos del laboratorio. Actualmente, ade-



más de su trabajo externo, seguía colaborando en el laboratorio y coordinaba las tareas del área de Informática, ya integrada a casi todas las demás de la escuela.

Revivió también lo que él mismo dio en llamar El infierno del Dante: a lo largo de varios meses su escritorio estuvo tapizado con las notas del Departamento de Dibujo Técnico, el teléfono bloqueado por los llamados de los padres y su oficina asedia-

da por la visita permanente de los chicos. No era para menos. Dante, con su calma habitual, propuso en el Departamento la creación de islas de diseño y la utilización de la mayoría de los tableros de dibujo como combustible para el asado. Al no obtener demasiados resultados con sus sugerencias, resolvió unilateralmente que en sus cursos quedaban abolidos los ejercicios de caligrafía técnica y el trabajo individual.

En aquella oportunidad, algunos colegas más ortodoxos, le hicieron sentir a Iberlucea el desagrado que les producía el apoyo incondicional que la dirección había dado al insurrecto. El año posterior, durante el primer y segundo trimestre, fueron masacradas las huestes de Dante. El festival de láminas reprobadas por mala letra y deficiencias de trazo, llegaba hasta él todos los días.



Rememoró la desesperación colectiva que provocó Ernesto cuando, respondiendo al clamor generalizado de reformular las tareas del Área de la Enseñanza Práctica, montó en el taller una pista de autos eléctricos donde los chicos, jugando, debían solucionar la gran cantidad de fallas que, milagrosamente, se producían en los autos o en la pista. Resultado: al finalizar el primer año los alumnos manejaban fluidamente las relaciones básicas de los circuitos eléctricos, habían aprendido a ejecutar piezas de precisión en máquinas-herramienta y diseñaban con bastante soltura algunas innova-

ciones que permitían que los autos de sus equipos fueran los más veloces en un determinado momento.



Las manifestaciones de la comunidad educativa sobre estos cambios, que algunos de sus integrantes contemplaban con desesperación y otros juzgaban como verdaderos despropósitos, fueron contenidas y moderadas por Lelia. Ella vislumbró en esas propuestas la posibilidad

de mejorar las prácticas educativas que desde siempre ambicionaba y no sólo las justificó, sino que las impulsó desde los fundamentos teóricos, la reflexión sobre las acciones institucionales y la moderación de los conflictos.



Pasaron por la mente de Iberlucea un conjunto de episodios donde los cuatro, de un modo u otro, habían participado con rol protagónico. Siempre polémicos, siempre constructivos, siempre frontales, el grupo de tareas se alejaba sumergido en la discusión rumbo al cuarto que ellos habían bautizado como sala de reuniones y otros denominaban el *salón verde*.

Los vio girar por el pasillo y se dijo:

- *Con esos antecedentes, voy a tener el mejor proyecto de Tecnología de toda la jurisdicción... y la mayor catástrofe institucional.*

Con un gesto entre resignado y divertido, dio media vuelta y volvió al papelerío habitual.

Actividad 1
Primeras notas

Usted, seguramente, ha experimentado una situación similar a la de este grupo de colegas: rediseñar una asignatura en el marco de una innovación curricular o de un nuevo proyecto generado desde su escuela.

Lo invitamos a registrar sus dudas, sus inquietudes frente a esta cuestión. A lo largo del trabajo retomaremos estos testimonios iniciales que, asimismo, encierran, de una u otra forma, sus expectativas de capacitación.

Las actividades que iremos planteándole intentan constituir momentos de reflexión y profundización, de análisis y de construcción de nuevos modos de vincularse con su realidad y con su teoría. Consideramos que resultará beneficioso que las aproveche en toda su dimensión y que inaugure una carpeta de trabajos para ir asentando allí sus ideas.

UN MARCO DIDÁCTICO PARA LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA



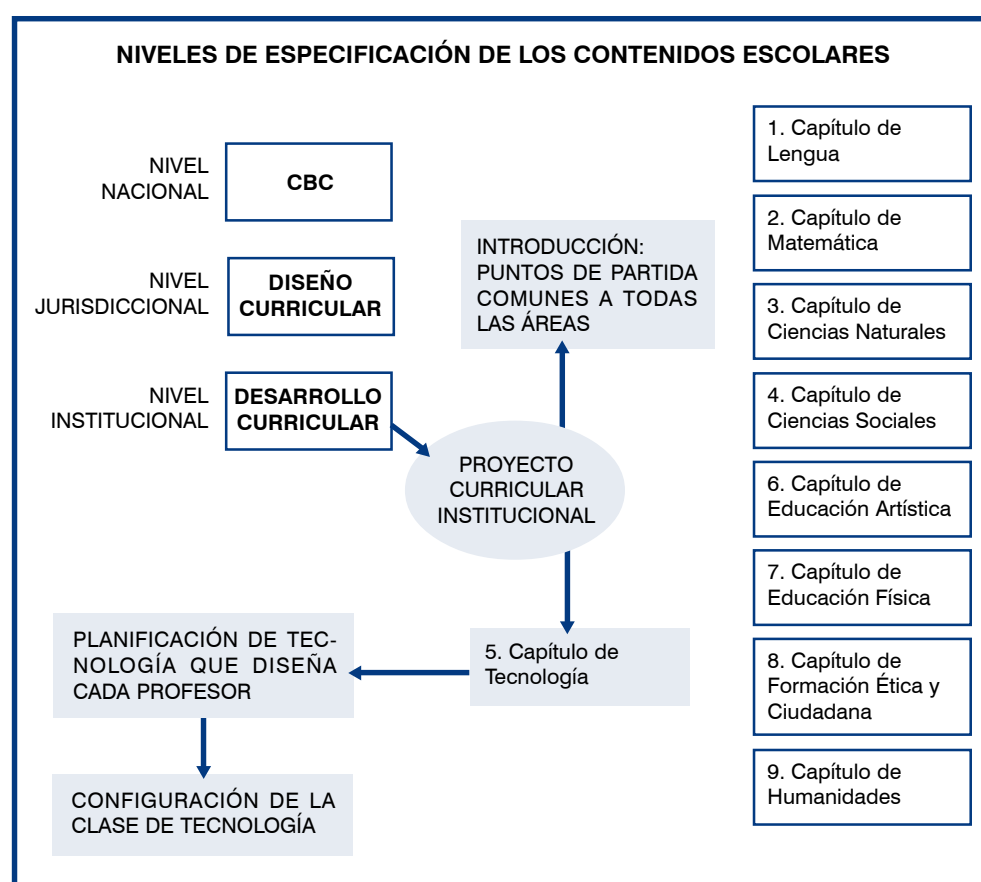
CBC

Los CBC forman parte de los acuerdos federales para la transformación curricular y constituyen la definición de los saberes relevantes que integrarán el proceso de enseñanza de todo el país. (Ley Federal de Educación N° 24195/1992. Nación Argentina.)

Desde su aprobación el 29 de noviembre de 1994, los docentes argentinos hemos iniciado masivamente tareas de aproximación a los Contenidos Básicos Comunes – CBC – de la Educación General Básica, encarando su lectura crítica y su problematización, intentando apropiarnos de su lógica, avanzando en señalamientos y replanteos, revisando –desde ellos– los contenidos que enseñamos día a día⁴.

Con la certeza del protagonismo de los equipos de maestros y profesores de cada escuela en los procesos de elaboración curricular, se multiplicaron los encuentros de análisis de los CBC en busca de comenzar a transitar los caminos de su especificación.

En esta primera parte de **Tecnología. Estrategia didáctica**, centraremos el trabajo en indagar cómo, a partir de los CBC, del diseño curricular de su jurisdicción y del proyecto curricular institucional, el equipo docente de Tecnología que le hemos presentado toma decisiones acerca de la manera de organizar los conocimientos del área para permitir una enseñanza eficaz y un aprendizaje para la comprensión.



⁴ Los CBC son la matriz básica para un proyecto curricular nacional; matriz a partir de la cual cada jurisdicción del sistema educativo continuará actualizando sus propios lineamientos y diseños curriculares, y dará paso, a su vez, a diversos pero compatibles proyectos curriculares institucionales (...) Los CBC son un instrumento para la transformación educativa; pero, de ninguna manera el único. Constituyen un punto de llegada pero también un punto de partida (...) A lo largo del proceso de planificación curricular, los CBC podrán ser reorganizados de múltiples maneras, ya que la estructura adoptada no prescribe una organización para la enseñanza de los contenidos consignados. También y como resultado de la aplicación de estos contenidos en las aulas, será posible incorporar sugerencias que contribuyan a continuar mejorando la calidad de la educación argentina. (Consejo Federal de Cultura y Educación de la Nación. 1995. Contenidos Básicos Comunes de la Educación General Básica. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires)

Actividad 2

Los contenidos de la Tecnología

Tecnología. Estrategia didáctica se enmarca en los CBC y en el diseño curricular de su jurisdicción. Le resultará imprescindible contar con ellos en su mesa de trabajo.

Le proponemos, entonces, detenerse aquí en la lectura del módulo de capacitación y dirigirse a las páginas del capítulo de Tecnología de los CBC y del diseño vigente en su localidad, para revisarlas.

El objetivo de esta unidad resulta, así, de la síntesis de distintos campos de conocimientos y podríamos expresarlo de este modo:

A partir de testimonios de la realidad, del marco conceptual de la Tecnología, de la teoría didáctica y del currículum oficial⁵ para la Educación Tecnológica, nuestra expectativa de logro es que usted produzca un proyecto curricular institucional del área que le resulte operativo y desde el cual pueda desarrollar una buena enseñanza.

Actividad 3

Proyecto curricular institucional

En el marco del diseño curricular oficial, los docentes de cada escuela tenemos notorios márgenes de decisión respecto de cómo lograr una enseñanza de calidad, cuáles son las mejores experiencias de aprendizaje para nuestros chicos, y con qué criterios seleccionamos y organizamos los contenidos de enseñanza y de aprendizaje. Denominamos, entonces, proyecto curricular institucional –PCI– a ese marco de acuerdos didácticos que surge como producto de la discusión crítica acerca del proyecto educativo vigente, que realizan los maestros y profesores de una escuela para particularizar, de este modo, la respuesta de la institución a su situación social concreta.

A partir de la conceptualización anterior y de los testimonios de realidad que usted haya recogido a lo largo de su experiencia docente participando en grupos de planeamiento, lo invitamos a detenerse a especificar qué elementos debería reseñar un PCI.

A partir de las consideraciones realizadas hasta aquí, comencemos a transitar el proceso de elaboración del PCI llevado adelante por nuestros colegas:

⁵ El currículum es una tentativa de comunicar los principios y rasgos esenciales de un proyecto educativo, de manera tal que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica. (Stenhouse, Lawrence. 1984. Investigación y práctica del currículum. Morata. Madrid).

PROYECTO CURRICULAR ESCUELA 205, “PEDRO B. PALACIOS”

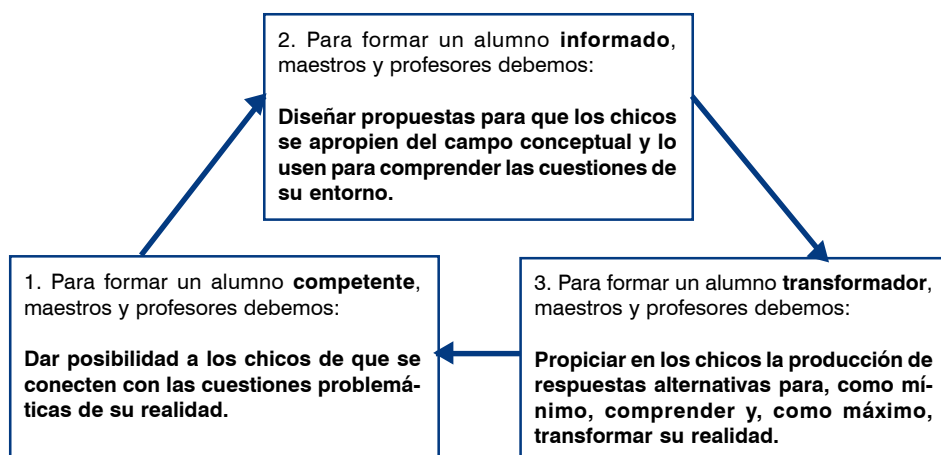
Introducción. ¿Qué tenemos en común todas las asignaturas y áreas?

Los maestros y profesores de la escuela, luego de un trabajo de reflexión respecto de nuestras posiciones acerca de qué es aprender, qué es enseñar y cuáles son los contenidos más apropiados para enseñar y para aprender en este momento, hemos llegado a acuerdos básicos sobre estas decisiones curriculares:

Estamos comprometidos en la tarea de formar un grupo de alumnos:

- Capaces de comprender y de usar activamente⁶ los contenidos socialmente relevantes.
- Interesados por los problemas y las alternativas que se presentan en el mundo –tecnológico, social, natural– del que forman parte, y en protagonizar su transformación en un espacio justo y equitativo para todos.
- Solidarios, responsables, cooperativos, innovadores y respetuosos de diferentes formas de pensamiento y acción.

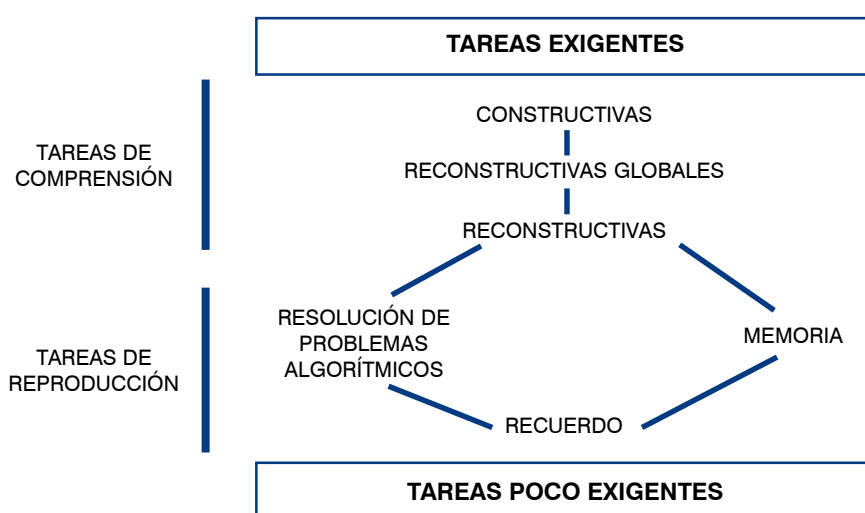
Entendemos que, para lograrlo, es necesario poner en marcha un conjunto de acciones orientadas a formar un alumno competente. Vale decir, informado, crítico y transformador.



⁶ La organización didáctica de la formación tecnológica se asienta en la concepción del alumno como **sujeto activo**, implicado como protagonista en un proceso de aprendizaje en el que no es un receptor pasivo de conocimientos transmitidos por su maestro o por su profesor. El término **interactividad** describe la articulación de las actuaciones del profesor o el maestro, y de sus alumnos, en torno al objeto de aprendizaje. No es un sinónimo de interacción, entendiendo por ésta a los intercambios comunicativos que se producen entre dos sujetos en una situación. Por ejemplo, en el caso de que los chicos estén realizando un ejercicio escrito, cada uno en su mesa, sin hablar, no hay interacción, pero sí interactividad entre ellos, una tarea asignada por el docente y un contenido. Estas concepciones de actividad y de interactividad que sustentan nuestra propuesta de Educación Tecnológica se emparentan con la magnífica síntesis de Lev Vygotsky (psicólogo ruso, 1896-1934) expresada como Zona de desarrollo próximo: Cuando uno de nosotros –docentes, alumnos– se enfrenta con un problema a resolver, puede alcanzar, si lo hace solo, un cierto nivel de comprensión; si lo hace con otros, un nivel mayor; si lo hace con alguien que sabe más del contenido, un nivel de aprendizaje mayor aún. Existe una distancia entre lo que podemos conocer solos y lo que podemos aprender con la ayuda de otros. Si en las clases de Tecnología acotamos los contenidos sólo a los que los chicos son capaces de aprender por ellos mismos, no promoveremos nuevas construcciones cognitivas. Vygotsky, de encuadre eminentemente sociogenético, y los científicos constructivistas que hoy retoman sus hipótesis, utilizan una interesante expresión en la que le proponemos detenerse: el docente arrastra al alumno hacia zonas de conocimiento impensadas para él, nuevas, atractivas... Sin esta intervención decisiva, la zona de desarrollo próximo es exigua. Por esto, no da lo mismo la presencia o la ausencia de un maestro o de un profesor activo, exigente, creativo. “[la **zona de desarrollo próximo** es] la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz”. (Lev Vygotsky. 1979. El desarrollo de los procesos mentales superiores. Grijalbo. Barcelona)

Nuestras estrategias de enseñanza⁷ también serán activas. Paralelamente con los rasgos que irán construyendo los chicos, hemos generado una propuesta respecto de nuestra tarea, superando posiciones didácticas reconocidas como método tradicional y método activo, avanzando en un proceso crítico en el que:

- Tanto docentes como alumnos desarrollamos una intensa actividad, ya que consideramos que los conocimientos son una construcción conjunta, producto de la reflexión y de la acción. Los problemas, las contradicciones, los errores y las detenciones, son momentos esperados en estos procesos de enseñar y de aprender.
- No descalificamos a priori ninguna de las técnicas ligadas con la enseñanza tradicional: la exposición del docente, la memoria del alumno, las pruebas escritas, los trabajos prácticos obligatorios. Pero éstas cumplirán con el requisito de ser estrategias productivas y no acciones mecánicas ni repetitivas.
- Procuraremos que todo aprendizaje nuevo parta de las ideas previas con que cuentan los alumnos, no para acomodarnos a ellas sino para poder ayudar a nuestro grupo a revisarlas y a ajustarlas.
- Nuestra propuesta se basa, entonces, en la creación de entornos de aprendizaje que impulsen a que los alumnos exploren sus propios modos de conocer y superen las posibles limitaciones que éstos presenten para la explicación de determinadas cuestiones de su realidad.
- El poner el eje didáctico en un alumno constructivo, no implica en absoluto que nuestra actividad pase a ser accesoria. En este proceso estaremos presentes siempre los docentes, posibilitando el encuentro crítico entre nuestros alumnos, la realidad y el material teórico que la explica.
- Enseñar no es una mala palabra; por eso, en nuestro proyecto curricular los docentes no renunciamos, por ejemplo, a formular indicaciones, a explicar, a establecer normas o a planificar cuidadosamente nuestras actividades.
- Respecto de las tareas que podemos proponer a nuestros alumnos, nos manejaremos con esta escala, que va desde las menos exigentes desde el punto de vista cognitivo, hasta las más exigentes tratando de ubicarnos en éstas últimas:



⁷ La idea de **estrategia** remite a las exigencias reales y cambiantes que un grupo le plantea al maestro y que requiere seleccionar, usar y adaptar los recursos personales y profesionales de todo tipo para poder lograr resultados (Rockwell, Elsie. 1985. "El maestro como sujeto". En *Ser Maestro*. SEP - El caballito. México.). En el actual desarrollo de la didáctica y, por supuesto, en el marco de la reforma educativa argentina, nada hace sostener que el chico que aprende deba ser dejado por el docente para que lo haga "a su propio ritmo" y "desenvolviendo sus posibilidades", libre de toda acción de enseñanza. Por el contrario, se tiene la certeza de que maestros y profesores debemos prever y poner en marcha estrategias que proporcionen al grupo de alumnos ocasiones de apropiarse de contenidos, tecnológicos en nuestro caso, que, sin esa acción pedagógica directa, nunca aprendería.

Las actividades menos exigentes plantean al alumno situaciones de **recuerdo** de información, de manera idéntica a como ésta fue presentada en clase. Si basamos la enseñanza y el aprendizaje en propuestas de este tipo, sólo propiciaremos una repetición puramente mecánica, generalmente sin sentido, de un contenido leído en un texto o escuchado. Nos proponemos reducir al mínimo este tipo de tareas.

En otro nivel, podemos proponer al grupo la resolución de **problemas algorítmicos**. Estas tareas, implican el conocimiento de reglas para la solución de problemas, pero, sin que nuestros alumnos, necesariamente, comprendan la razón de su aplicación. Tampoco aspiramos a que se constituyan en el eje de nuestra tarea.

En un nivel de aprendizaje más alto, y ya apelando a la comprensión de los chicos, podemos proponer estrategias didácticas **reconstructivas**, que son las que les permitirán aprender los contenidos, a partir de la observación, la comparación, el análisis, la problematización, el cuestionamiento...

Aún podemos proponer actividades más exigentes a nuestros alumnos. Existe un nivel siguiente, el de las actividades **reconstructivas globales**, que implica que los chicos puedan situar este conocimiento en un marco más amplio de ideas: sociales, económicas, ideológicas...

Las actividades más exigentes que nos proponemos en nuestro proyecto curricular consisten en activar la capacidad del alumno de elaborar nuevas cuestiones sobre la información dada, y de **construir** sentidos originales que la superen. Aquí los chicos estarán produciendo maneras de explicar, describir, comprender su realidad, más allá de las que sus maestros y profesores les enseñamos. Construirán, así, nuevos conocimientos.

Por último, y antes de pasar a las decisiones respecto de los contenidos, manifestamos nuestro compromiso de:

Valorar la creatividad y la autonomía de juicio de los chicos.

Evitar el dogmatismo.

Priorizar la problemática real y la relevancia social de los contenidos.

Trabajar para que las palabras generen diálogo, y no cristalización y repetición.

Reemplazar el interés por las respuestas inmediatas por el cuidado de los procesos de aprendizaje.

Desterrar el detallismo y la compartimentación de los contenidos.

Superar las formas destructivas de competitividad entre los chicos.



Actividad 4 **Problematizando el proyecto curricular**

Resultaría oportuno que analizara detenidamente el testimonio de realidad que acabamos de presentarle.

- ¿Coincide con su concepción de enseñanza? ¿La reformularía? ¿La completaría?
- ¿Coincide con su concepción de aprendizaje? ¿La reformularía? ¿La completaría?
- ¿Coincide lo allí expresado con los criterios que utiliza usted para la selección y organización de contenidos? ¿Los reformularía? ¿Los completaría?

Actividad 5 **El proyecto curricular de su escuela**

Sería interesante que comparara el PCI que acabamos de presentarle con el que usted ha elaborado en su escuela y que sume ese material a su mesa de trabajo.

El proyecto curricular de Tecnología

El Proyecto Curricular Institucional se completa con los distintos capítulos⁸ de contenidos. Nos centraremos, así, en el quinto, correspondiente a Tecnología.

AGOBIAADOS POR LA CARGA

– Y, ahora... ¿qué hacemos?

En la pequeña sala donde los integrantes del recién designado equipo de Tecnología estaban reunidos, la pregunta de Dante rebotó contra el silencio. El director de la escuela les había encomendado la tarea de desarrollar el proyecto curricular del área para tercer ciclo de EGB y para EP. Todavía resonaba en los oídos de los presentes la conversación que solamente unos minutos atrás, había tenido lugar en la dirección.

– *Iberlucea tiene que estar muy desequilibrado para suponer que podemos hacer algo coherente en el tiempo que nos dio. Además, desde el preciso momento en que se sepa quienes somos los que participamos en esto, a los documentos les van a cuestionar hasta la numeración de las hojas.*

⁸ Los CBC para la Educación General Básica aparecen en **capítulos**, los que constituyen una forma de organización de los contenidos a partir de su pertenencia a determinados campos científicos o culturales. (Consejo Federal de Cultura y Educación de la Nación. 1995. Contenidos Básicos Comunes de la Educación General Básica. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.) Los capítulos de contenidos de los CBC son: Lengua, Matemática, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Tecnología, Educación Artística, Educación Física, Formación Ética y Ciudadana, Humanidades (para la Educación Polimodal).

El discurso de Ernesto era medido pero denotaba alarma. Su especialidad no era, según su propia definición, “redactar un conjunto de buenas intenciones en lenguaje ambiguo”. Sostenía que era necesario concretar para aprender, que el valor de las ideas se confrontaba en los hechos.

Desde ese punto arrancó la discusión. Pero, a los pocos minutos, entre la exposición de algunas ideas diferentes de sus compañeros y el arte de Lelia para moderar conflictos, lograron establecer el equilibrio grupal.

La deliberación duró casi dos horas, transitó diversos carriles y tuvo los ingredientes habituales: si primero la teoría y luego la práctica; o, a la inversa; si reflexionamos sobre las ideas o sobre los hechos; si más libros o más computadoras; si estamos atendiendo nuestros problemas o los de las autoridades educativas; si el conjunto de la comunidad educativa avala los cambios o los obstaculiza; si el presupuesto; si el reglamento; etc., etc., etc.

El sobresalto inicial concluyó en un esquema organizativo y en un compromiso de encuentro para la semana siguiente. En ese lapso, cada integrante del equipo redactaría las orientaciones de trabajo para el año escolar, desde su especialidad. Al retirarse, como ya suponía que toda la escuela estaba al tanto de lo sucedido, Lelia pidió al grupo que mantuviera la calma y la serenidad, y que no facilitara conflictos innecesarios.

Ernesto, sin palabras, le señaló el cartel colgado en la pared que reproducía palabras de José Ingenieros:

UN PENSAMIENTO NO FECUNDADO POR LA PASIÓN
ES COMO LOS SOLES DE INVIERNO;
ALUMBRAN PERO BAJO SUS RAYOS SE PUEDE MORIR HELADO



En las páginas que siguen encontrará el proyecto curricular institucional de Tecnología que produjeron Ernesto, Natalia y Dante con el acompañamiento didáctico de Lelia.

Actividad 6

PCI-Capítulo de Tecnología

Antes de leer la propuesta de nuestros colegas, lo invitamos a realizar un listado de aquellos contenidos que usted considere que debe incluir un PCI de Tecnología.

Tal vez lo ayude tener presente la pregunta: ¿En qué aspectos deben ponerse de acuerdo los maestros y profesores de Tecnología de una escuela?

PROYECTO CURRICULAR ESCUELA 205 “PEDRO B. PALACIOS”

CAPÍTULO 5. TECNOLOGÍA. TERCER CICLO DE EGB Y CICLO DE FUNDAMENTOS DE EP

1. La selección de los contenidos de Tecnología

Los maestros y profesores de Tecnología de la escuela concebimos al campo conceptual⁹ de nuestra área como formado por todos aquellos problemas que, centrándose en procedimientos creados por el hombre para elaborar productos tecnológicos (tangibles o no), implican a nuestros alumnos en procesos:

- **reconstructivos:** Analizar, comprender sus mecanismos, establecer relaciones entre sus partes...;
- **reconstructivos globales:** Ubicar en contextos significativos más amplios: socio-político-históricos, organizacionales, ecológicos;
- **constructivos:** Proyectar, diseñar, inventar, crear, obrar.

Donde entendemos que:

TECNOLOGÍA	
NO ES SÓLO	SINO, ADEMÁS
La enseñanza técnica o artesanal. Que se refiere a los materiales y a las competencias que permiten diseñar y elaborar productos, contemplando básicamente las técnicas que se utilizaron en el pasado para resolver un determinado problema.	Los marcos culturales. Porque éstos permiten comprender los susten- tos de la elaboración de un determinado producto (según necesidades, problemas...) y las razones de cada grupo social para elegir una opción en particular, operando en un marco de resolución de problemas con orientación al futuro.

⁹ Un campo conceptual es un espacio de problemas o de situaciones-problema cuyo tratamiento implica conceptos y procedimientos de diverso tipo que están en estrecha relación (...). Digamos que un campo conceptual está definido, primeramente, por su contenido. ¿Cómo determinar su extensión? En primer lugar, definiendo el conjunto de situaciones-problema que dan sentido a esos contenidos. (Riccó, Graciela. 1988. La apropiación del conocimiento en situaciones de didácticas. Universidad Nacional de Rosario-CONICET. Rosario.) El campo conceptual de la Tecnología está definido, entonces, a partir de los problemas de la realidad social que aquella ayuda a resolver. El contenido que no permita percibir los problemas tecnológicos, encuadrarlos y, por lo menos, esbozar caminos de resolución, no tendría razón de estar incluido en una clase de EGB o de EP. Entonces, si deseamos encarar el trabajo de seleccionar y reorganizar los contenidos de Tecnología, la tarea de delimitación del campo conceptual se presenta como imperativa. Técnicamente, el punto de partida estaría dado por cuestionarnos acerca de las zonas del mundo artificial sobre las que los contenidos de Tecnología a incluir en las clases echarían luz, ayudando a los alumnos a tomar conciencia de ellas, precisarlas, interrelacionarlas y resolverlas. No es una tarea sencilla. Como ninguna otra en educación, puede encarársela aisladamente. Será el producto de una indagación grupal con otros colegas, con el apoyo de investigadores del área y con el recurso metodológico básico de una aguda mirada social. Resultará de un análisis riguroso del mundo socio-histórico-técnico, de las realidades cotidianas de los alumnos y de los contenidos específicos de la Tecnología.

TECNOLOGÍA	
NO ES SÓLO	SINO, ADEMÁS
El producto de las nuevas tecnologías. Que puedan suponer aspectos inalcanzables de la tarea educativa si no se cuenta con un equipamiento especializado y ultramoderno, encerrado en la lógica de cada rama técnica, atendiendo sólo a su evolución.	Los contextos operativos concretos. Donde los factores locales que influyen en un campo de la técnica sean objeto de análisis valioso y relevante. Que esos factores locales sean considerados y evaluados cuidadosamente en el momento de decidir la utilización de un proceso o de un producto determinado.
El estudio de artefactos. Que procura abarcar sólo el estudio de las tecnologías duras, atendiendo más a los productos y a las técnicas vinculadas a ellos que a los procesos, sin considerar el contexto sociocultural en que éstos se desarrollan.	Los marcos organizativos. Que requieren del conocimiento de técnicas específicas de gestión y administración de la dinámica interna de las instituciones y aportan precisiones acerca de los recursos, los procesos, los roles que desempeñan las personas que participan y en qué forma se relacionan con el contexto.

A partir de esta breve caracterización de qué es la Tecnología, nos proponemos que nuestros alumnos construyan los significados de objetos y procesos tecnológicos, y les atribuyan sentido.

- Nuestros alumnos **habrán construido un significado tecnológico** cuando hayan logrado cambiar sus ideas previas, sus explicaciones iniciales, como consecuencia de la integración de los nuevos contenidos de la asignatura. Nos preocuparemos por ayudarlos a construir un aprendizaje significativo en oposición al aprendizaje arbitrario por simple recepción, por mera reproducción.
- Nuestros alumnos **habrán atribuido un sentido tecnológico** al contenido de aprendizaje cuando adviertan que éste está relacionado con su realidad, con problemas que los rodean para los que no tenían respuesta hasta entonces. Un objeto de conocimiento tecnológico tendrá sentido para ellos cuando puedan utilizarlo para la solución de cuestiones de su entorno más o menos cercano.

Somos conscientes de que el sentido no es un atributo de los contenidos tecnológicos en sí mismos; no podemos afirmar que un contenido tenga o no tenga sentido. El sentido es una relación que procuraremos establecer entre nuestros alumnos y los contenidos que les presentemos; que entiendan el porqué y el para qué de la propuesta de aprendizaje, que se comprometan con ella, que comprendan que va a serles útil, que generen, por fin, una disposición a aprender.

Nuestra acción docente, en estos momentos de búsqueda de sentido de los saberes tecnológicos, consistirá en prever situaciones para analizar los objetivos de la clase, la dinámica de trabajo que vamos a desarrollar y la relación del nuevo contenido con cuestiones de la realidad de los muchachos.

Desde un punto de vista muy general, los objetos y procesos tecnológicos serán abordados en dos ámbitos, uno que promueve y desarrolla situaciones de análisis y otro que integra procesos de síntesis, en una operatoria estructurada sobre la base de tres organizadores fundamentales que actúan conjuntamente:

- **Los procedimientos generales de la Tecnología:** el análisis de productos y el proyecto tecnológico, procedimientos deconstructivos y constructivos que articulan los saberes que utiliza la Tecnología¹⁰.
- **La resolución de problemas tecnológicos,** en vínculo entre la demanda social y el producto tecnológico que la satisface, y el componente fundamental de la Tecnología en lo que hace al planteamiento curricular. Provee el marco proyectual y metodológico que permite concretar las ideas en la estructura de síntesis de un producto tecnológico¹¹.
- **Los núcleos conceptuales de la Tecnología,** conjunto de contenidos con una lógica similar, que permiten, desde la complejidad, organizar y dar entidad a los contenidos de aprendizaje, evitando la fragmentación en temas¹².

Promovemos, entonces, que en nuestras clases de Tecnología:

Predomine un trabajo de bajo nivel de definición y alto grado de participación e interrelación.

Intentamos alejarnos de la idea de transmitir un contenido con un alto grado de definición (en temas inflexiblemente estructurados), bajo nivel de interrelación (encerrado en la lógica de cada disciplina o materia) y escasa participación (el alumno recibe el conocimiento establecido, seleccionado sólo desde el punto de vista de quien ha elaborado la clase).

A partir de estas condiciones, pretendemos organizar la tarea en tres etapas de construcción del conocimiento tecnológico, que se repiten ante cada situación problema:

- Una **etapa inicial**, en la que nuestros alumnos identificarán el problema, que presentaremos preferentemente por medio de una consigna escrita que lo contextualice, y donde se pondrán de manifiesto el conjunto de los factores que lo condicionan. Esta etapa, en la que prevalecen los procesos analíticos, será un momento de fuerte interacción grupal, donde las formas de acceso a la información y los conocimientos de cada uno de los integrantes del equipo de trabajo, jugarán un rol principal en el camino de identificar, caracterizar y definir el problema en términos operativos, con lo cual comenzará a gestarse el proyecto de trabajo.
- Una **etapa intermedia**, orientada a la gestión y a la materialización, caracterizada por la prevalencia de los aspectos organizativos y constructivos, donde los chicos abordarán la identificación, selección y utilización de procesos, materiales, herramientas, procedimientos y técnicas constructivas y donde concretarán, corregirán y reorientarán el proyecto de trabajo gestado en la etapa anterior. Será ésta una etapa de síntesis en la que los contenidos de aprendizaje

¹⁰ En el capítulo de Tecnología de los CBC para la EGB "...se destacan el análisis de productos y los proyectos tecnológicos como **procedimientos** de la Tecnología que articulan todos los bloques de contenidos..." Ambos procedimientos (qué no por denominarse de ese modo son contenidos únicamente procedimentales) se constituyen en saberes correspondientes al área que, actuando conjuntamente, vinculan los conocimientos que es necesario que los alumnos adquieran para generar competencias que les permitan detectar, caracterizar, definir y organizarse para solucionar problemas tecnológicos.

¹¹ **La resolución de problemas**, además de una metodología de trabajo, se constituye en un contenido de aprendizaje y se estudia como tal en forma sistemática. Se analizan y valoran, por lo tanto, diferentes estrategias metodológicas para solucionar problemas donde, básicamente, resulta de vital importancia la definición que se hace del problema. En esos procesos, se pretende desarrollar la capacidad de los alumnos para generar modelos a partir de los datos de la realidad involucrados en el problema; y, desde los diferentes modelos, desarrollar, posteriormente, otras tantas vías posibles para encontrar la forma de solucionarlo.

¹² Desde la perspectiva descripta, se requiere abordar, simultáneamente, en cuestiones diversas que, si bien se encuadran en un campo específico –en el cual comparten la lógica fundamental– no pueden ser circunscriptas en un solo tema. Los **núcleos conceptuales**, a diferencia de los temas, permiten abordar los contenidos de manera global, en el contexto de un problema en función del cual se articulan. Primero, para definirlo; luego, para generar acciones que permitan solucionarlo y para evaluar, sobre la base de los resultados y en instancias sucesivas, la eficacia de las operaciones previstas que conducen al proceso o al producto que soluciona la necesidad originaria.

deberán validarse en la práctica y se profundizarán los aspectos sustanciales que hacen a la efectividad de las propuestas y a la eficiencia del producto.

- Una **etapa final** de adecuación y perfeccionamiento en la que seguramente se superpondrán y se sucederán momentos de análisis y de síntesis. Será necesario profundizar aún más respecto de conocimientos científicos y técnico-tecnológicos con la finalidad de lograr la máxima operatividad en las soluciones propuestas. El grupo trabajará detalles específicos y acotados acerca del problema general: un mecanismo, una secuencia, un punto del proceso, el maquinado o el material de una pieza, etc.

De este modo, operativamente, integraremos los contenidos¹³ en una secuencia que comprende cuatro fases que articulan la actividad:

- Diseño.
- Proyecto constructivo.
- Construcción.
- Ensayo.

Es a partir de esta secuencia, que nos proponemos que o grupo de alumnos se apropie del conocimiento tecnológico.

2. La organización de los contenidos de Tecnología

Somos conscientes de que no es lo mismo enseñar Tecnología en EGB3 que en EP. Y, aunque nuestra escuela no los abarca, existen diferencias importantes entre la educación tecnológica que podemos propiciar en estos ciclos, y en EGB2 o EGB1. Pero, a pesar de todas las especificidades que vamos a señalar, existe un proceso¹⁴

¹³ Los CBC amplían la mirada acerca de lo que habitualmente se entiende por **contenidos curriculares**, porque incorporan, además de los conceptos propios de cada disciplina o área, los procedimientos, las actitudes y los valores vinculados con estos conocimientos (...) La enseñanza de contenidos procedimentales procura que los alumnos puedan, por ejemplo, observar, explorar, experimentar, buscar información y comunicar los resultados de su 'hacer'. Otros tipos de contenidos, los actitudinales, son las actitudes de rigor y precisión en el uso de procedimientos matemáticos y el respeto por culturas diferentes de la propia. Esta forma de trabajo favorece el desarrollo de actitudes de respeto por el conocimiento obtenido y por los procedimientos para lograrlo. También contribuye a la valoración del mundo natural y de las acciones humanas que procuren su cabal aprovechamiento. (Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. 1994. Ley Federal de Educación: La escuela en transformación. Fascículo 3: En el aula. Buenos Aires).

¹⁴ En las ideas mas generalizadas, la didáctica de la Tecnología se encuentra fuertemente asociada al modelo de productos (también conocido como el "de medios-fines") que impregna la base de trabajo de la enseñanza de las modalidades técnicas, fundamentada en el saber hacer. La Tecnología, en cambio, a ese saber hacer le adiciona el saber por qué hacer y el saber qué va a pasar antes de hacer, vale decir, se utiliza una perspectiva didáctica que organiza la tarea encuadrándola en un modelo de procesos. ¿Recuerda que páginas atrás leíamos en el PCIT de nuestros colegas "Predomina un trabajo de bajo nivel de definición y alto grado de participación..."? Esta premisa orienta el aula-taller de Tecnología hacia un modelo de procesos: los logros de los alumnos no están fijados rígidamente de antemano sino que son los mismos chicos quienes, dentro de márgenes establecidos por su profesor, van dirigiendo su tarea. Los principios situados en el trasfondo de esta didáctica de la tecnología por procesos pueden expresarse como las siguientes finalidades pedagógicas:

- Iniciar y desarrollar en los alumnos un proceso de planteamiento de preguntas acerca del mundo tecnológico.
 - Enseñar una metodología de investigación en la que los alumnos puedan buscar información para responder a preguntas que han planteado y utilizar en nuevas áreas la estructura de contenidos desarrollada en el curso.
 - Ayudar a los alumnos a desarrollar la capacidad de utilizar diversas fuentes de primera mano, como datos a partir de los cuales formular hipótesis y extraer conclusiones.
 - Establecer discusiones en clase en las que los alumnos aprendan, tanto a escuchar a los demás como a exponer sus propios puntos de vista.
 - Legitimar la búsqueda; es decir; aprobar y apoyar discusiones abiertas en las que no son halladas verdades definitivas a multitud de cuestiones tecnológicas
 - Animar a los alumnos a reflexionar respecto de sus propias experiencias.
 - Otorgar un nuevo papel al profesor para que se convierta en recurso más que en una autoridad.
- (Adaptado de Stenhouse, Lawrence. 1984. Investigación y práctica del currículum. Morata. Madrid.)

común del quehacer tecnológico que intentamos que articule la tarea de todos los niveles, ciclos y años.

Es éste:

Que cada integrante del grupo de alumnos adquiriera competencias¹⁵ que le permitan:

Respecto de los procesos tecnológicos:

- Identificar y plantearse problemas tecnológicos
- Recoger, sistematizar y apropiarse de información que lo ayude a clarificar el problema.
- Dar razones apropiadas para adoptar o desechar procesos tecnológicos
- Describir con minuciosidad y orden los procedimientos a seguir y las estrategias a utilizar para encarar los problemas planteados.
- Comunicar el proceso llevado a cabo y someterlo a consideración de otras personas.
- Generar modificaciones o correcciones a partir de los juicios emitidos por otras personas.
- Finalmente, identificar y comprender los procesos tecnológicos para operar con ellos, modificarlos, evaluarlos y, eventualmente, generar procesos nuevos, pertinentes y adecuados a los fines perseguidos.

Respecto de los productos tecnológicos:

- Verificar la pertinencia y adecuación entre los problemas y los productos generados para solucionarlos.
- Seleccionar materiales, herramientas, máquinas e instrumentos apropiados para producirlos.
- Organizar el tiempo, el espacio y los recursos necesarios para la producción.
- Evaluar los peligros potenciales y el impacto ambiental derivados de la producción.
- Realizar la transposición necesaria entre p simulados y procesos productivos reales.
- Finalmente, seleccionar los productos tecnológicos con fines específicos, utilizarlos de modo competente, poniéndolos a su servicio con la finalidad de solucionar problemas.

¹⁵ "Hacia fines de los '80 se comenzó a construir en América Latina un polo de consenso que proponía que una educación de calidad era aquella que ofrecía a los niños y jóvenes el acceso a saberes significativos, válidos y confiables. Pero no se llegó a un acuerdo claro acerca de cuáles eran esos 'saberes' significativos. Posteriormente, se avanzó desde la propuesta de 'saberes' a la de 'competencias'. Sin embargo (...) ésta no invalida la primera. (Cecilia Braslavsky. 1993. "Una función para la escuela: Formar sujetos activos en la construcción de su identidad y de la identidad nacional". En Para qué sirve la escuela. Tesis-Norma. Buenos Aires.) En el sentido más amplio, la **competencia** puede definirse como el saber profundo sobre una materia. Se trata del nivel de aptitud que necesitan los ciudadanos para desenvolverse en la sociedad en que viven. Las competencias constituyen exigencias de desempeño teniendo en cuenta a un sujeto de conocimientos, productor de bienes y servicios, ciudadano, consumidor, miembro de diferentes grupos sociales (...) Las competencias se materializan en la dimensión práctica, dado que refieren a la instrumentación de un sujeto para operar con creatividad en los diferentes campos de actividad científico-tecnológica, económica, social y personal. (Silvia Duschatzky. 1993. "Las competencias educativas, un terreno polémico de definición". Revista Propuesta Educativa N° 9. Buenos Aires.) En tanto las competencias serían más o menos estables, los saberes lo serían menos. Proliferarían, incluso, tan rápidamente que la actualización curricular, al ritmo de esa proliferación, sería imposible. Esto no significa, sin embargo, que no deban estar presentes en la escuela, aunque ya no como punto de llegada, sino como ingrediente indispensable en la construcción de competencias. (Cecilia Braslavsky. 1993. Op. cit.)

Y, a partir de estas competencias comunes para todos los chicos, basadas en una dinámica proyectual y de resolución de problemas, hemos organizado de este modo los contenidos específicos para cada año:

7° año.

Los exploradores

Los chicos, por medio de la observación guiada y sistemática se relacionan con el medio ambiente tecnológico que los rodea; lo estudian, identifican problemas derivados de los procesos y los productos tecnológicos que en este medio operan, y procuran instrumentar soluciones –inicialmente, reparadoras; pero, progresivamente preventivas– para los desequilibrios detectados.

8° año.

El Coyote

Partimos de los dibujos animados del Correcaminos y el Coyote. Desde ellos, propiciamos en nuestros alumnos la comprensión y la producción a escala de productos tecnológicos complejos (aquellos que demandan para su construcción y funcionamiento aportes de muy diferentes tecnologías en un todo integrado).

9° año.

La larga marcha

Partimos de un relato de ficción que narra los problemas tecnológicos complicados que se presentan a sus protagonistas. Este despegue de la realidad permite a los alumnos poner en acción procesos creativos orientados a la adquisición de competencias tecnológicas con un grado mayor de especificidad. Desarrollamos, en este marco, un conjunto de actividades que promueven distintas formas de observar la realidad y de actuar en consecuencia.

1° año EP.

Las respuestas iniciales

La industria y los modos de producción que eran el eje económico de nuestra localidad están afectados por los procesos de globalización; *el dumping*, la mano de obra barata y los nuevos procesos productivos. ¿Cuáles son los recursos que tenemos a disposición para enfrentar la coyuntura? ¿Cómo logramos que nuestra comunidad recomponga un perfil productivo acorde con sus bases sociales y culturales? ¿Cómo gestionamos el cambio? ¿Cómo se gesta una nueva empresa? ¿Qué piensa la comunidad sobre esto?

2° año EP.

El impacto de las nuevas tecnologías

Las modalidades productivas y los productos cambian rápidamente, pero las personas y el medio natural no tienen los mismos tiempos de adaptación y de respuesta que las modalidades productivas. ¿Cómo se hace la transición? ¿Cuáles son los efectos negativos que producen las nuevas tecnologías? ¿Cuáles son los

aspectos positivos que generan? ¿Cómo se articula el cambio? ¿Cómo se verifica la viabilidad de las nuevas tecnologías? ¿Cómo se proyectan? La comunidad, ¿conoce el origen de los problemas actuales –productivos, educativos, sanitarios, culturales–? ¿Puede identificar problemas futuros? ¿Qué actitud asume ante las diferentes perspectivas?

3° año EP.

Evaluación de proyectos

Síntesis de todas las etapas anteriores: Los alumnos analizan y reformulan las propuestas generadas a lo largo de los años anteriores; evalúan los proyectos y las consecuencias, a partir de estudios estadísticos, cuantitativos y cualitativos; promueven actitudes en la comunidad orientadas a generar posibilidades de realizar un análisis crítico sobre la realidad tecnológica.

Actividad 7

Detengámonos en el PCI de Tecnología

Usted ya ha realizado una primera lectura del proyecto curricular generado por el grupo de colegas que, a lo largo de **Tecnología. Estrategia didáctica**, nos provee de testimonios de realidad.

Ahora, le sugerimos que encare un análisis pormenorizado de sus partes.

- ¿Coincide usted con la definición del campo conceptual de la Tecnología incluida en el PCI? ¿Por cuál la reemplazaría?
- ¿Comparte el encuadre didáctico de elaboración de significados tecnológicos y de atribución de sentido?
- ¿Acuerda con la continuidad de logros del área como articuladora de los distintos años que conforman EGB3 y EP?
- ¿Le parece pertinente la distribución de contenidos específicos por año? ¿Qué otra distribución le interesaría desarrollar?

Actividad 8

Educación Tecnológica antes de la acción

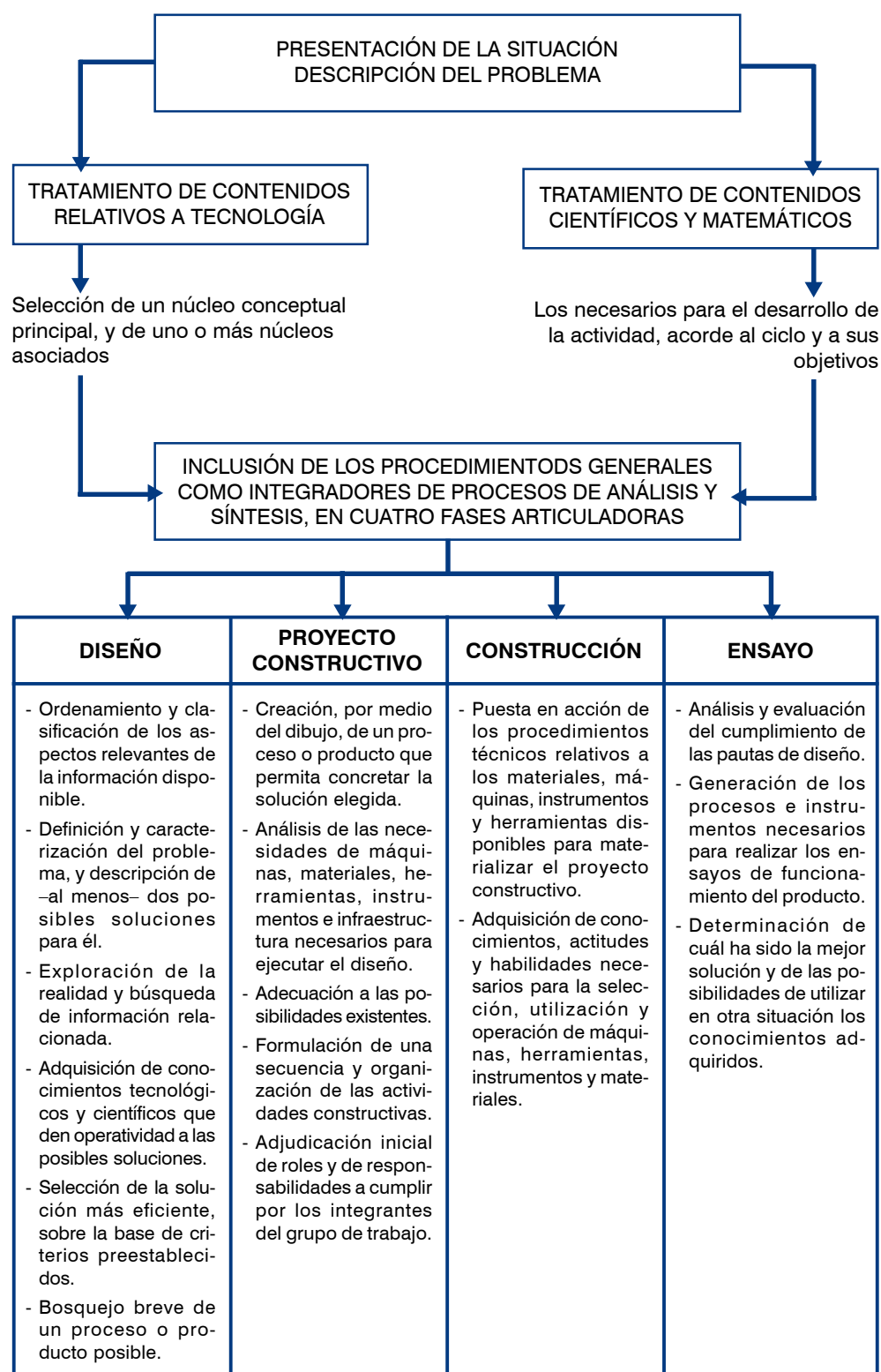
Este PCI de Tecnología nos ha permitido recordar los lineamientos del modelo que nos acompaña en nuestra propuesta de Educación Tecnológica.

¿Podría integrar –en un cuadro, gráfico o red de conceptos– las ideas clave que sustentan la Educación Tecnológica encarada en esta escuela?

A continuación, le ofrecemos nuestra síntesis.

Constructivismo

Cuando inicia el aprendizaje de un nuevo contenido, el alumno constituye significados, representaciones o modelos mentales sobre dicho contenido; pero, no hace esto a partir de la nada, sino a partir de sus ideas y representaciones previas. No hay que pensar, sin embargo, que las representaciones o modelos que construye el alumno se corresponden, de golpe, con las representaciones o modelos que sobre dichos contenidos tiene el profesor. El proceso de construir tiene su propia dinámica y un tiempo que hay que respetar (...) La construcción del conocimiento que lleva a cabo el alumno es un proceso en el que los avances se entremezclan con las dificultades, bloqueos e, incluso, en ocasiones, retrocesos.” (Coll, César. 1990. “Concepción constructivista y aprendizaje escolar”. *Cuadernos de Pedagogía* N° 188. Barcelona).



Como queda expuesto, las actividades y el tratamiento consecuente de los contenidos que surgen, requieren: la interconexión entre tareas, un diseño particular y específico, la elaboración de un producto (no necesariamente tangible), su ensayo en condiciones de funcionamiento y la evaluación no sólo de aquél, sino también de los resultados de su acción.

Las opciones del equipo de profesores de Tecnología

En el marco del proyecto curricular institucional general de la escuela y del capítulo específico del campo de problemas que enseña, cada profesor genera su planificación de asignatura.

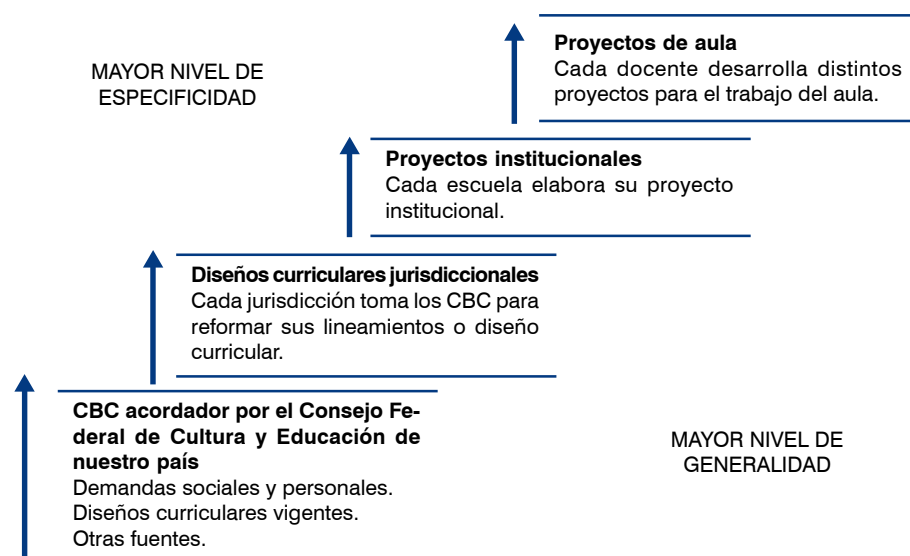
Dedicaremos las próximas páginas a analizar la propuesta de Educación Tecnológica para noveno año.

Pero antes...

Actividad 9

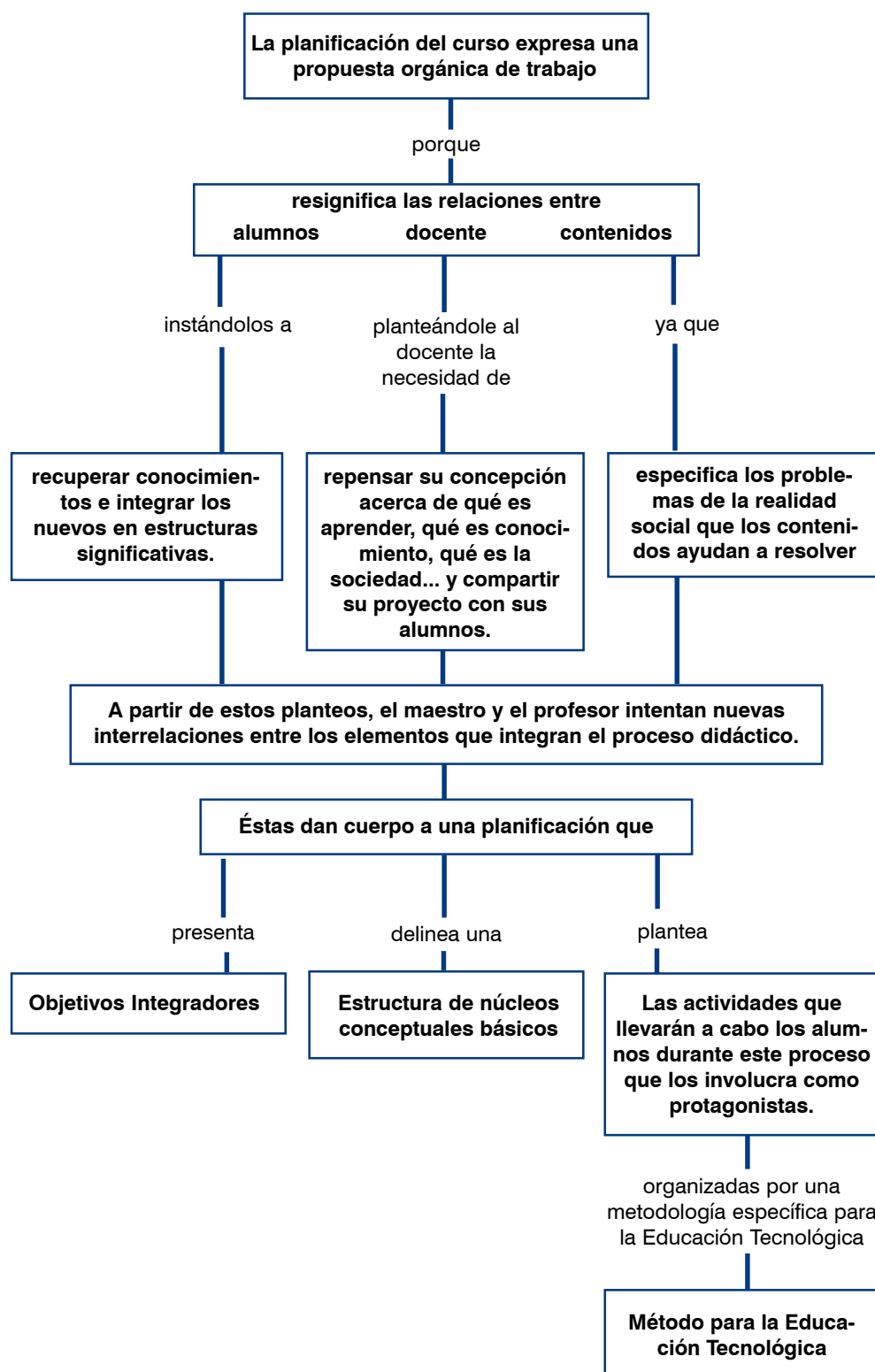
El diseño de cada curso de Tecnología

Desearíamos recordarle la secuencia de niveles de especificación de los contenidos:



Vamos a adentrarnos, a partir de aquí, en la zona de decisiones específicas que, en este marco curricular, realiza cada profesor o equipo docente respecto de un curso determinado. Le proponemos anticipar qué elementos didácticos deberían identificarse en una planificación de curso para que ésta resulte un instrumento operativo de trabajo.

A continuación, le acercamos nuestra respuesta.



SOBRE LA FECUNDIDAD DEL PENSAMIENTO Y LAS PASIONES

Era indisimulable. El tono en la voz de Lelia ponía en evidencia el grado de autocontrol que estaba ejerciendo en cada una de las palabras que minuciosamente derramaba frente a Ernesto. Con la mirada concentrada sobre sus gestos, más que escucharlas, él parecía querer leerlas.

– Puedo coincidir con la idea de fecundar el pensamiento con la pasión, mi querido Ernesto. Pero, lo tuyo, de tan fecundo, ya va camino de la promiscuidad. ¿No escuchaste hablar de los problemas de la clonación? ¿Hace falta incluir a toda la escuela en el proyecto de un solo golpe? ¿No podemos darnos una cierta cuota de gradualidad? ¿No podemos utilizar algún método más simpático? ¿Es necesario arrancar con la hostilidad de buena parte de la gente?

– ¿Querés llevar adelante un proyecto de cambio o fundar un club de amigos? Mi estimada señora, ¡no se puede hacer una tortilla sin romper algunos huevos!

– Mi estimado señor. Usted no ha roto algunos huevos... ¡ha dinamitado el gallinero!

La alteración de Lelia se justificaba plenamente. En uno de sus típicos gestos, Ernesto pasó del dicho al hecho. Reunió al grupo de docentes a cargo de noveno año, que no eran pocos, repartió fotocopias de algunas consignas de trabajo para los alumnos y les dijo con total naturalidad:

– Esto es lo que van a tener que hacer los chicos en Tecnología a lo largo del año; por favor, cada uno desde su área prepare documentación que desarrolle los contenidos que están enunciados en las consignas. Entre todos nos ocupamos, después, de articularlos en el proyecto tecnológico.

El grupo de tareas, conjuntamente con las bases del PCI, había trabajado en el diseño de un conjunto de actividades para desarrollar en el taller de Tecnología. Lograron nuclear contenidos de diferentes áreas de conocimiento con una secuencia, según ellos superadora, de los actuales programas de la escuela.

Dante fue quien inicialmente presentó las actividades al grupo, las explicó, recibió aportes de los colegas y luego las reformuló. En sucesivas reuniones siguieron trabajándolas y progresivamente surgieron varias inquietudes. Primero, sobre la cantidad de contenidos a tratar; luego, sobre la forma de organizarlos; más tarde, sobre el equipamiento que involucraban; posteriormente, sobre la dinámica de los grupos de alumnos; y, en la última reunión, sobre la forma en que serían juzgadas en la escuela por el resto de los colegas, los padres, los chicos, etc.

Coincidieron en un punto. Esto puede ser una explosión.

Ernesto, finalmente, se había ocupado de convertir las dudas sobre el alcance de la onda expansiva en una certeza absoluta.

Esta vez fue Dante el que logró calmar los ánimos y reencauzar el trabajo:

– La responsabilidad es nuestra. En la última reunión le dijimos que las actividades estaban bastante redonditas. Eso, en los oídos de Ernesto quiere decir: “Lo hacemos ya”. Ahora el problema está lanzado y tenemos que afrontarlo. ¿Cómo convertimos toda esta masa de contenidos en un conjunto de actividades coherentes y articuladas?

La contestación corrió por cuenta de Natalia. La curiosidad que dejó instalada en el resto del grupo, también.

– Desde que se inició este trabajo comencé a desarrollar una idea que tenía dando vueltas desde hace un rato largo. Creo que tengo la solución. Ya la estoy terminando. Para la semana que viene puedo traer una primera versión... Éste es el esqueleto...

ESCUELA 205, “PEDRO B. PALACIOS”

Tecnología. Noveno año. Planificación anual
Profesores Natalia H. Ernesto G.

Partiendo del PCI de Tecnología, hemos organizado la tarea para noveno año de este modo:

¿Qué es la Tecnología?	¿Qué se entiende por tecnología? La adquisición de competencias tecnológicas en el marco de la actividad escolar. El análisis de productos y el proyecto tecnológico. El lenguaje tecnológico y sus lógicas de acción.
La balanza está inventada... pero ustedes no la tienen	Procesamiento de la información. Metrología. Sistemas de representación.
Palancas no hay, ruedas tampoco... pero esto hay que moverlo	Unidades significantes. Sistemas de representación. Estructuras. Máquinas.
¿Solo? No es fácil...	Proyecto tecnológico. Materiales. Herramientas e instrumentos. Técnicas. Estructuras. Máquinas. Normas de seguridad e higiene. Diseño del protocolo de ensayo.
Se vino la noche	Unidades significantes. Sistemas de representación. Sistemas mecánicos de regulación. Mecanismos y máquinas. Circuitos eléctricos.
La realidad... es aplastante	Tecnologías gestionales. Automatismos. Circuitos eléctricos. Lógica digital.
Se necesita una solución penetrante	Tecnologías gestionales. Máquinas. Sistemas mecánicos de regulación y control.

Todas las iniciativas que pusieron en marcha los restantes miembros del grupo para romper el misterio, chocaron contra el obstinado mutismo de Natalia, que, congreso educativo de por medio, se prolongó una semana más de lo previsto. Finalmente, llegó el día.

Cuando Natalia, puntualmente, se apersonó en el salón verde, la primera sesión de mate estaba finalizando. Ante la mirada inquisitiva de sus colegas, depositó sobre la mesa una veintena de hojas prolijamente procesadas y cubiertas por una tapa con un título: *La larga marcha de Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos.*



Actividad 10 **Integración de cierre**

Antes de leer el relato de Natalia, sería oportuno que revisara su carpeta de trabajo y realizara un índice de los contenidos trabajados hasta aquí.

2. LA ORGANIZACIÓN DEL CURSO DE TECNOLOGÍA



En el año 1912, Hans Vaihinger, filósofo alemán, profundo conocedor del pensamiento de Kant y Hartmann, profesor de la universidad de Estrasburgo y Halle, publicó su libro: La filosofía del como si, línea de pensamiento filosófico que su autor denomina Positivismo realista y que más tarde se llamó ficcionalismo. En esta obra, Vaihinger concibe el pensamiento como una función biológica creadora de ficciones a partir de las experiencias que ofrecen las sensaciones; de este modo, se utilizan construcciones del pensamiento, aún a sabiendas de su inadecuación con la realidad, con el objeto de elaborar el conocimiento. Según este punto de vista, el hombre utiliza las ficciones como instrumento de realización, con conocimiento de que, en efecto, son ficciones. Estas, entonces, se convierten en herramientas o elementos que aunque no son verdaderos, se asumen como si lo fueran, con el objeto de construir la estructura de conocimiento.

La larga marcha de Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos

El viaje

La moderna camioneta viajaba solitaria por la colorida llanura; circulaba veloz, recorriendo el cinturón artificial que cortaba la naturaleza en dos partes. El sol estaba apareciendo en el horizonte y Wenceslao Wallaby Wordnat (a quien sus amigos llamaban Wincy) conducía el vehículo rumbo a la zona de prospección minera.

En aquel lugar, Wincy era responsable, en su condición de técnico, ingeniero y geólogo, del mantenimiento de las complejas máquinas que, durante veinticuatro horas al día, hacían agujeros en las sierras de Carcobi, buscando materiales considerados estratégicos. Con esas máquinas se podían extraer y analizar muestras de mineral de los lugares más inaccesibles que fuera posible imaginar.

Wincy, desde sus épocas de estudiante secundario, conservaba un espíritu juguetón y divertido. Tal vez, por eso, lo aburrían mortalmente los tratados científicos. Durante toda su vida de estudiante, se concentraba en los libros sólo en los diez días previos a un examen final y sus presentaciones eran brillantes. Siempre tuvo una habilidad muy especial para solucionar todo tipo de problemas concretos, con los mínimos elementos y... a su manera.

Aplicaba en forma intuitiva los aprendizajes escolares; no se preocupaba demasiado por encontrar las razones últimas de sus acciones. Era alto, atlético, inteligente, impulsivo... y soltero. Prolijamente vestido con un estilo informal, tenía un lema de cabecera: "Sirve..., funciona... Nada más que hablar: es perfecto".

En la misma empresa, el responsable de analizar los datos para marcar las zonas de búsqueda y las de potencial explotación, era su gran amigo Ramos, geólogo, filósofo, biólogo y autor de más de doce libros de cuentos infantiles, que en esos momentos dormía a su lado con la cabeza apoyada contra el vidrio de la ventanilla.

Fueron compañeros de estudio desde la escuela primaria; jamás pudieron ponerse de acuerdo en nada, excepto en los problemas técnicos que se les pudieran presentar. Cuando trabajaban juntos eran la armonía total. Siempre se complementaban a la perfección, funcionando en la misma frecuencia; nunca necesitaban coordinación previa: lo que uno no proveía, el otro lo proporcionaba.

En los certámenes por equipos de Física, Química y Matemática en los que ellos solían participar en su época escolar, lo que estaba en discusión era el segundo puesto, pues el primero siempre era para Wenceslao Wallaby Wordnat y Timoteo Ramos.

Ramos era la antítesis de Wincy: rechoncho, escondido detrás de sus anteojos de grueso marco negro y vestido al descuido con prendas estafalarias. Reflexivo, medurado, lento y preciso, desde niño disfrutaba profundamente al desentrañar las fórmulas y los conceptos más incomprensibles que pudieran aparecer en cualquier libro que cayera bajo sus ojos.

Se casó en sus épocas de estudiante –según Wincy, por miedo a interrumpir su permanente aburrimiento– y con su mujer y sus dos hijos conformaban –según Wincy, para no transgredir la normativa establecida– una familia tipo.



Siempre estaban juntos. A pesar de sus diferencias, no necesitaban palabras para comprenderse; las usaban para interactuar, por medio del humor, proporcionándose las pistas para entenderse. Sus diálogos, casi siempre ácidos, eran la forma que utilizaban para pedirse ayuda ante las falencias personales.

Disfrutaban mucho haciendo su trabajo y en esa dirección iban a enfrentar otra jornada más. De pronto, una luz de intensidad inusitada invadió la ruta y rodeó la camioneta. Sólo una luz. Nada más.

Sin discontinuidad temporal, Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos aparecieron sentados sobre un terreno liso, de material duro y seco, rodeados por el horizonte.



Ramos abrió los ojos sobresaltado y creyó que estaba soñando. Lo miró a Wenceslao, se paró, giró trescientos sesenta grados y le dijo a su compañero:

– *No hay caso. A vos te dejan un martillo en la mano y sos capaz de hacer cualquier desastre.*

Wenceslao seguía sentado y con los brazos extendidos, en la posición de sostener el volante de un auto. En lugar de responder a las bromas de Ramos, como lo hacía habitualmente, seguía silencioso y con la mirada perdida.

Ramos empezó a moverse nerviosamente, diciendo, mientras se tocaba el cuerpo:

– *Si es que estamos vivos, esto es muy raro.*

Juntos, a lo largo de veinticinco años, habían hecho prospección minera en casi todos los rincones del planeta. No había entorno geográfico que los desconcertara; pero esto parecía demasiado.

– *No puede ser... –decía Wenceslao-. No entiendo... Veníamos solos por la ruta más o menos a ciento treinta... Apareció una luz y pensé que era un tractor... y después... aquí. No está la camioneta, no hay camino, no hay nada... –y se quedó mirando a Ramos con ojos desorbitados–.*

– *Ya te lo dije; o estamos muertos o estamos en problemas. ¿Vos te sentís vivo?*

– *Sí, creo que sí –comentó Wenceslao.*

– *Bueno, por lo menos aquí no nos persigue nadie, como cuando estábamos en Afganistán trabajando para los rusos, así que ya es una mejoría. Levantáte y caminemos–* dijo Ramos.

– *¿Para dónde vas a caminar? ¿Para qué lado tenemos que ir? –preguntó Wenceslao, todavía muy confundido.*

– *Da lo mismo. No tenemos ni la más mínima idea de donde estamos.*

Sin levantarse, Wenceslao comenzó a tocar el terreno con la palma de manos: – *Che, éste... ¿qué tipo de terreno es?*

Ramos se agachó y puso los dedos sobre el suelo: – *Volcánico no es; no es basáltico, granítico, ni de caliza. En mi vida vi nada parecido, ni en los libros... Esto no es raro, es rarísimo!*

Se incorporó y enfrentó a su amigo, increpándolo: – *Mirá Wincy, te hago responsable absoluto de la situación, porque el que manejabas eras vos y yo estaba durmiendo. Te condeno a llevarme a babuchas.*

– *No estoy para chistes–* lo interrumpió Wenceslao, que miraba para todos lados. – *Ya que querés caminar, caminemos. ¿Para qué lado vamos?*

– *Para allá –señaló Ramos, con decisión–.*

Caminaron en silencio durante muchas horas. El terreno no presentaba ninguna variación, pero las extrañezas se sumaban; había luz pero no había sol, se notaba humedad y una cierta frescura vegetal en el ambiente, pero el terreno estaba seco, algo caliente y absolutamente desierto. Según sus relojes, eran las tres de la tarde; ya habían caminado durante más de nueve horas, pero no sentían hambre ni cansancio.

El cajón de las sorpresas

Repentinamente, los dos se detuvieron y se miraron.

– *Me parece que los dos estamos viendo lo mismo –dijo Ramos.*

“Lo mismo” era un pequeño bulto que interrumpía la línea del horizonte. Apuraron el paso. A medida que se acercaban, pudieron ver que el bulto era un gran cajón amarillo, con unos extraños símbolos dibujados en los laterales. Wincy comenzó a correr hacia el cajón.

– *¡Pará! El grito de Ramos lo detuvo en seco.*

– *Primero vamos a mirar bien –dijo el gordito de lentes, mientras comenzaba a caminar describiendo un círculo alrededor del misterioso cajón.*



–¿Te fijaste?

–¿En qué? –preguntó Wincy, un tanto impaciente, amagando acercarse más.

–El cajón no hace sombra.

–Tenés razón... Y la nuestra es larguísima; como si la luz fuera tangente al terreno...

Parece un cajón de los que transportan equipamiento y repuestos –afirmó Wincy, casi tocándolo-. Che, ¿esto es madera? –preguntó. Y, apoyando la mano sobre la caja, se contestó: –Parece madera... pero no es... estoy seguro... Tiene el aspecto de madera, la textura del polietileno y la sensación táctil de temperatura parecida a la de un metal. ¿Qué será? ¿Tendrá algo adentro?

Mientras Ramos se alejaba unos pasos, para tomar perspectiva, y concentraba la atención tratando de encontrar algunos detalles particulares que lo orientaran, Wincy

tocaba el cajón. Buscaba, por todos sus lados, algún lugar para poder abrirlo. Lo recorrió palmo a palmo, por los cuatro laterales, se trepó y revisó cuidadosamente la parte superior pero no encontró una sola discontinuidad en toda la superficie. Enojado, se bajó de un salto y se paró frente al cajón; le dio la espalda y, con toda su furia, lanzó una patada tipo burro sobre el costado. Muy lentamente, el lateral adyacente al que recibió el golpe comenzó a bajar hasta quedar totalmente abierto.

–¿Ves? –dijo Wincy, con tono triunfal– *mis métodos; que tanto criticás, siempre dan resultado. Las Leyes de Wincy son, como las de Murphy, inexorables; se cumplen al pie de la letra: “No lo fuerce; consiga un martillo más grande”. ¿Te convencés?*

Ramos comenzó a caminar hacia el cajón y le contestó, sereno y en voz baja: *–Ya estaba convencido antes. Esto no hace más que reafirmar mi postura. No me cabe ninguna duda de que sos un animal. Mirá...*

Ramos apoyó la mano sobre uno de los símbolos que, desde lejos, ya les habían llamado la atención y presionó suavemente... El lateral adyacente comenzó a bajar, hasta quedar totalmente abierto. Presionando otro, volvió a subir.

Ramos se desplazó hasta el lugar donde Wincy había golpeado, mientras éste lo miraba desconcertado. Limpió la marca del zapato sobre la inscripción y presionó un símbolo vecino. El lateral que Wincy había bajado, comenzó a subir y se cerró sin mostrar fisura alguna.

– ¿Y eso...? ¿Cómo lo hiciste?

– *Después te explico. Ahora, vamos a ver qué tiene adentro este cajonejo.*

Ramos presionó otro símbolo y la tapa superior del cajón se desplazó lentamente; apenas una pequeña fracción de ella se apoyaba sobre la pared vertical; el resto quedó suspendido en el aire.

Ramos y Wincy se subieron, no sin dificultad, por uno de los laterales del cubículo y se asomaron a su interior, inspeccionando visualmente el contenido. Lo primero que apareció claramente identificable, entre un montón de trastos amorfos e irreconocibles, fue un martillo. Wincy lo tomó rápidamente, lo apretó contra su pecho y dijo, mirando de reojo a Ramos:

– *Ahora ya estoy mejor; me sentía casi desnudo.*

– ¡Mirá! –dijo Ramos, señalando el lugar del cual Wincy había sacado el martillo. Cuando volvió la mirada, en el lugar donde había estado la herramienta apareció una carpeta con hojas en blanco y sobre ellas, lápices y otros instrumentos de dibujo.

– Es para que no te pongas celos; –dijo Wincy, mientras con su ojo entrenado hacía un rápido examen visual de los objetos y un registro mental del contenido del cajón.

– *Le da a cada cual lo suyo...*

Cuando Ramos levantó la carpeta, apareció una plancha con símbolos parecidos a los que estaban en los laterales del cajón. Tomó también la plancha, de un material flexible y brillante, y saltó al piso. Se quedó mirándola como hipnotizado. Wincy también saltó y comenzó a zamarrear a su amigo.

– ¿Qué es? ¿Me vas a explicar qué pasa y cómo supiste lo del cajón?

– Por supuesto –dijo Ramos–. Y preparáte porque los verdaderos problemas están por empezar. ¿Vos leíste a Tolkien?

– Esa pregunta sobra –contestó Wincy–. Según tu calificación, yo soy incapaz de leer

un boleto de tren sin quedar agotado por el esfuerzo intelectual; es imposible que me ponga a leer los horóscopos y las consultas sentimentales.

– Estoy hablando en serio. ¿Lo leíste o no lo leíste?

– No –contestó Wincy, terminante.

– Bueno, te cuento. Ese tipo era un escritor de literatura fantástica. Inventó la Tierra Media, un lugar con unos habitantes bastante particulares; con idiomas y escrituras muy especiales. Esos símbolos son runas, la escritura de algunos de los habitantes de esa tierra. Lo recordé al rato de miraras. Me parecían conocidas. Por eso entendí lo que decía en los costados del cajón... Si esto es la Tierra Media... ¡agarráte porque la mano viene pesada!

– ¿Y qué dice ese mensaje? –dijo Wincy, mirando los símbolos con curiosidad.

– No los conozco todos; pero, de acuerdo a lo que entiendo, este cajón es sumamente especial; es un grupto. Nuestra única posibilidad de sobrevivir está en él y en los elementos que guarda en su interior. No sé qué cosas hay, pero, aparentemente, allí tendríamos todo lo necesario para trasladarnos hasta llegar a un lugar algo más hospitalario que éste.

– Y, entonces, ¿cuál es el problema? Yo sí sé qué cosas hay adentro del cajón, grupto, o como se llame; aunque algunas no sé para qué sirven porque sólo las vi parcialmente.

– Tranquilo –respondió Ramos. –No es tan fácil. No todo lo que hay en el grupto está a nuestra disposición. Nos proveerá lo necesario a medida que haga falta. Para eso, junto con nosotros, tiene que viajar él. Mejor dicho: tenemos que llevar el grupto con nosotros.

– Es imposible –afirmó Wincy. –Debe pesar toneladas. Mirá el tamaño que tiene. La única posibilidad de transportarlo que tenemos sería sobre una plataforma con ruedas; pero, en ese cajón no vi nada parecido a ruedas. Además, ¿cómo lo levantamos?

– ¿Podés sentarte un momento y ayudarme a pensar? ¿O todo tengo que hacerlo yo solo? Pensá. Primero: ¿cuánto pesa el cajoncito? Segundo: ¿cómo hacemos para levantarlo? Tercero: ¿qué necesitamos para que se mueva sobre la superficie?

– Eliminar el rozamiento o aplicar una fuerza de empuje, –contestó Wincy de inmediato.

– Ése es el punto tres –dijo Ramos. –Mejor empezamos por el primero.

Los exóticos mensajes del grupto

Una extraña vibración interrumpió la conversación y, sobre el lateral del *grupto*, comenzó a tomar forma un conjunto de manchas que, en algunos segundos, se transformó en una escritura que parecía pintada sobre la superficie.

Ramos y Wincy se acercaron, y leyeron:

LA BALANZA ESTÁ INVENTADA... PERO USTEDES NO LA TIENEN

La longitud del *grupto* es el triple de su altura (la altura es equivalente a 18 diámetros de *compact disc*) y $2\frac{1}{4}$ veces el ancho. Tiene ocupado, en este momento, sólo el 87% de su volumen interno.

El contenedor propiamente dicho pesa $\frac{1}{10}$ de la carga que tiene y posee en su interior 275 objetos diferentes cuyo peso difiere entre sí, en todos los casos.

El peso promedio de los objetos es de 1,26 Kg.

La mediana del peso de los objetos es de 1,46 Kg. Y la moda, que corresponde al 35% de los casos, se ubica en 1,09 Kg.

La aceleración de la gravedad en este lugar equivale a 0,89 de la aceleración de la gravedad terrestre a nivel del mar y el peso específico del agua tiene el mismo valor que suelen adjudicarle ustedes habitualmente.

Por lo tanto, deberán hacer la correspondiente traducción de los datos. El margen de error que pueden cometer en los resultados que logren, no puede superar el + 5%.

Wincy miró a Ramos y lo interrogó:

– *Este cajón... ¿escucha?*

– *¿No te dije hace un rato, que el grupto nos proporcionaría las cosas a medida que las necesitáramos? Si te hacen falta herramientas, te provee algunas herramientas; si te hacen falta datos, te provee algunos datos... ¡Y no le digas cajón que me parece que lo considera ofensivo!*

– *De acuerdo; pero, ¿no sería más fácil que dijera: peso igual a tantos kilogramos; aceleración de la gravedad igual a tantos centímetros por segundo al cuadrado? ¿No sería mucho más simple que toda esa maraña de datos?*

– *Wincy, por favor, hacéme preguntas que te pueda contestar, y hacélas en el orden apropiado; porque, antes que eso, habría que preguntarse cómo es que el grupto te da los datos que necesitás; y, aún antes que eso, habría que saber cómo vinimos a parar aquí. ¿Será posible que no puedas tener un pensamiento un poco más lineal para profundizar en un tema? ¿Ves que siempre empezás por cualquier lado? El tuyo debe ser el único cerebro que vino sin conexión para procesar información en serie...*

– *Tenés razón; para qué me voy a ocupar de problemas intelectuales; lo mío es la acción, después de todo; para solucionar esto hace falta lápiz y papel. Definitivamente, es un problema tuyo. Me siento y observaré trabajar a los genios.*

– *Para solucionar, esto lo que hace falta es pensar ordenadamente; como te dije antes, empecemos por el principio. Lo primero que tenemos que hacer es organizar y sistematizar la información. Wincy... ya lo hablamos dos millones de veces, lo esencial para solucionar los problemas es sacar la información de entre medio de los datos. Eso que vos le pedías al grupto, lo tenemos que hacer nosotros. A ver, lápiz y papel. En principio, ¿cuáles son los datos principales y cuáles los accesorios? Lo primero es dimensionar: decíme ¿cuánto mide el diámetro externo de un compact disc? Wincy: vos que sos especialista en construcciones, diseñá una tabla para organizar los datos.*

Con la información debidamente organizada y unos pocos cálculos, Ramos y Wincy determinaron, rápidamente, el peso del *grupto*. Con el resultado a la vista, Wincy dijo: –*Creo que podemos tener un error de más/menos cinco por ciento, ¿cuánto es?* –consultó a Ramos, que verificaba algunos valores por tercera vez.

– *Ni considerarlo* –dijo Wincy cuando Ramos terminó el cálculo. Y, a continuación, agregó– *Bien, doctor Ramos, usted, como especialista en cajones hallados por dos personas perdidas en el medio de la nada, podrá satisfacer, tal vez, una pequeña inquietud que tengo. Todo esto, ¿cómo sigue?*

Ramos miraba fijamente a su amigo y comenzaba a contestarle, cuando vio que las letras de la leyenda con los datos sobre el peso comenzaban a deshacerse. Extendió su mano para señalarle a Wincy lo que en ese momento estaba sucediendo a sus espaldas. Mientras lo hacía, comenzó a dibujarse en el mismo sitio, una nueva escritura.

Se acercaron a leer, mientras Wincy repetía la pregunta:

– *Este cajón, ¿escucha?*

Ramos no contestó, absorbo en las palabras que se formaban. Cuando la escritura comenzó a tomar forma pudo leer:

PALANCAS NO HAY, RUEDAS TAMPOCO... PERO ESTO HAY QUE MOVERLO

Si caminan unos cien metros hacia el frente, verán que están en la parte superior de un acantilado; en caso de ir hasta allí, asómense con cuidado porque el piso se encuentra quinientos metros más abajo.

Otro detalle: existe una falla geológica que comprende una superficie de terreno con forma de medialuna que, desde el borde del acantilado, llega trescientos metros hacia adentro y cuatrocientos metros hacia abajo. Esta falla se está desplazando y producirá un derrumbe de un momento a otro.

En un lapso no mayor de tres horas, en este lugar sólo habrá aire.

Ya saben de qué dependen sus vidas; está en ustedes la posibilidad de salvarse.

Es necesario transportar el *grupto* a otro lugar. Para desplazarlo, deben construir un artefacto con los elementos que tienen a disposición.

Aunque no lo parezca –y para que no pierdan su tiempo– les informe que el terreno es casi perfectamente plano y de consistencia rocosa; excavar es casi imposible; pero, desplazarse por su superficie es relativamente sencillo.

El terreno que encontrarán de aquí en adelante es similar; tiene una consistencia, rugosidad, dureza y características similares a una superficie de hormigón armado.

El artefacto deberá tener las siguientes características:

- Poseer no más de tres zonas de contacto con la superficie del terreno.
- Las zonas de contacto con el piso y/o sus soportes deben estar ubicadas de modo tal que coincidan con, por lo menos, uno de los ejes de simetría del *grupto*.
- El mecanismo a artefacto que diseñen deberá tener algún sistema o mecanismo que permita controlar la dirección de desplazamiento del *grupto*.
- También es necesario instalar en el artefacto un componente que actúe como freno.
- El *grupto* debe tener un despeje del piso no menor a 15 cm.
- Consideren que para levantar el *grupto* no pueden introducir un elemento entre éste y el terreno.

Es necesario que, previo a la construcción, completen el diseño y calculen la fuerza que deberá soportar cada uno de los elementos que vinculen el *grupto* al piso, la fuerza que se ejercerá en cada punto de unión *grupto*/artefacto y entre cada punto artefacto/piso.

Estoy capacitado para proveerles un equipo similar al que ustedes diseñen y construyan con los materiales y herramientas disponibles, siempre y cuando me suministren un equipo similar, que funcione y que este construido en escala 1:20.

El plazo para entregarme el calculo y el diseño terminado es de hora (tienen tres horas antes de que empiece a desmoronarse este sector; y, si no logran desplazarse con el *grupto*, lo van a pasar muy mal). El tiempo total para entregar el modelo terminado es de tres horas, si en ese tiempo no logran construirla, lamentablemente eran partir solos. En ese caso, tal vez un milagro logre salvarlos...



Los dos amigos se miraron. Wincy fue el que habló primero:

- *¿Qué tal el gruptito...? ¡Un amigo, eh!*
- *Bueno, por lo menos tenemos algunas posibilidades para salir del problema,* –dijo Ramos.
- *¡Gracias! No se hubiera molestado... Y pensar que yo venía tranquilamente por la ruta... ¡Esto no puede ser! Estoy soñando... Hoy a la mañana iba para la montaña y ahora estoy en un llano de no sé dónde, hablando con un cajón...*

Ramos lo miró fijo y comenzó a entrecerrar los ojos; antes de que pudiera emitir una palabra, Wincy se autocontestó:

- *Ya sé. Mejor no pregunto nada y empiezo a ordenarme: pensamos, dibujamos, diseñamos, construimos la maqueta, la probamos, la corregimos... A ver cuáles son los materiales que tenemos a disposición... Ya empiezo con la lista.*

Manos a la obra

En un par de minutos, Wincy completó la lista de materiales:

- Caños con extremos roscados.
- Curvas para caño de 90° rosca H-H.
- Varilla roscada de un metro de longitud.
- Tuercas para varilla roscada.
- Planchuelas de hierro y de aluminio.
- Herramientas apropiadas e insumos para trabajar con los materiales disponibles.

- *Tenemos de todo, salvo lo más necesario,* –dijo Wincy.
- *¿Qué nos falta?* –preguntó Ramos.
- *Algo para soldar* –contestó Wincy, con gesto de abatimiento.
- *Parecen ser las reglas del juego; no hay otra alternativa más que seguir* –le respondió Ramos, agregando– *mejor nos ponemos a trabajar ya mismo.*

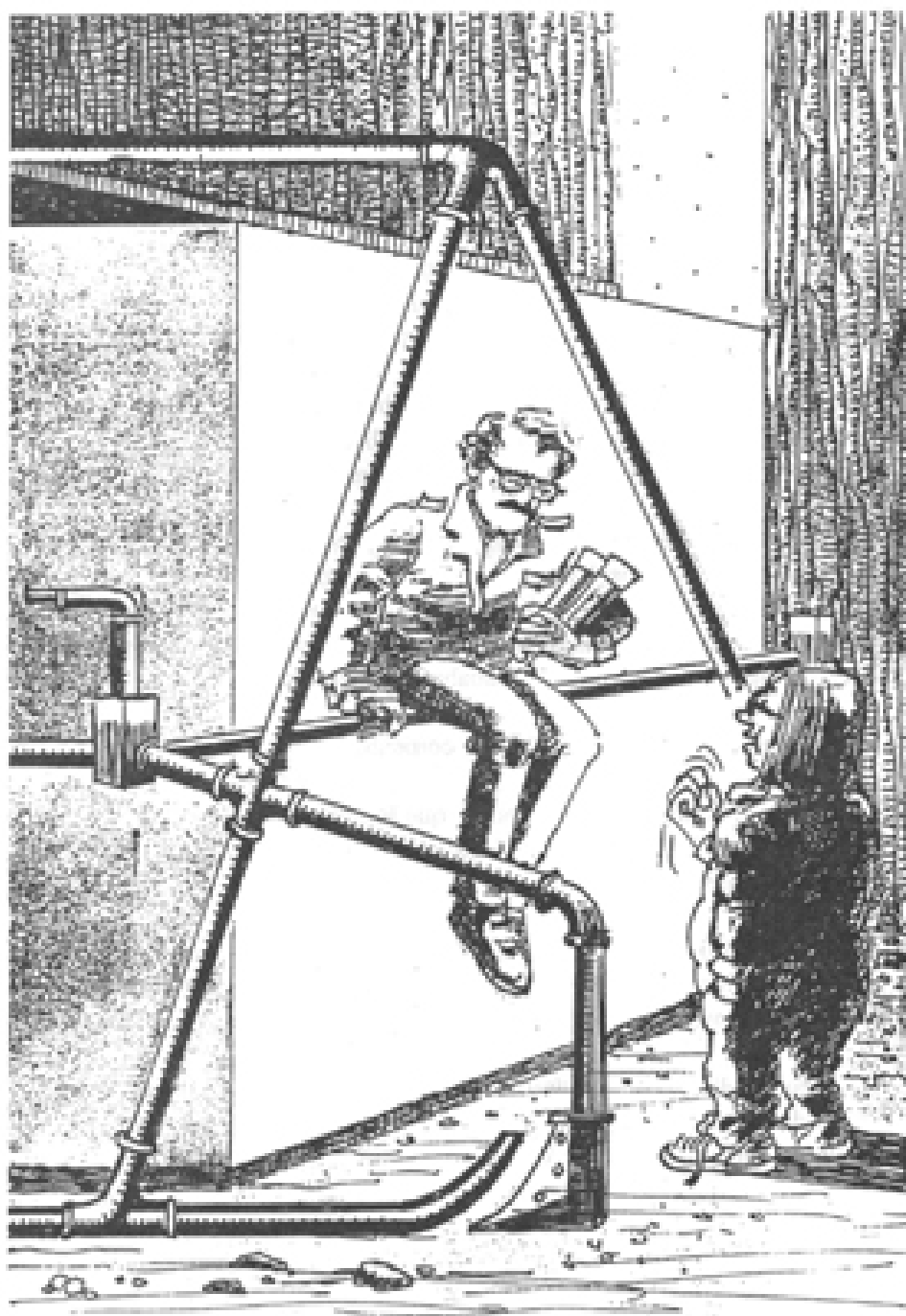
Cuando superaron los diferentes problemas de la construcción del modelo a escala, el buen humor se sumó al trabajo de los dos amigos.

El *grupto* les proveyó los materiales a medida natural y el armado del sistema demandó pocos minutos. Una vez terminado, en una breve ceremonia pusieron en funcionamiento el artefacto, que fue bautizado *transgrupto*.

Se movieron unos pocos metros y comprobaron que se desplazaba correctamente y que su marcha era controlable. Familiarizarse con el funcionamiento del sistema de dirección les llevó menos de quinientos metros.

Unos instantes después de superar el kilómetro, el borde del acantilado se desmoronó detrás de ellos. Un ruido ensordecedor fue la primera señal, seguida por una corriente de aire que se dirigía hacia el lugar donde ellos habían estado parados. Finalmente, una inmensa nube de polvo que ascendía les confirmó que, efectivamente, el acantilado acababa de desplomarse.

Los dos amigos se miraron y Wincy comentó:



– La verdad, en todo momento pensé que lo del derrumbe era un chiste. Me parece que en el futuro, tendremos que tomar más en serio los mensajes del contenedor parlante...

Ramos lo miró pensativo y en silencio; los dos giraron la cabeza creyendo percibir una vibración del *grupo*, pero no le dieron mayor importancia y reiniciaron la marcha hacia algún lado.

A partir de allí, sobrevino un período de calma durante el cual el *grupo* los proveyó de libros, refrescos, reposeras y hasta de la posibilidad de disfrutar de un plato de carne. La tarea de Wincy y Ramos sólo era caminar. Llevaban ya muchos días haciéndolo.

Lo de los días, claro, era una forma de decir; en realidad, se trataba de períodos de veinticuatro horas, en los cuales la luz disponible no se modificaba en ningún momento.

Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos seguían la marcha hacia algún sitio que no conocían. El *grupto* les acercaba provisiones en ciclos regulares, dormían y... se preparaban para las sorpresas que, suponían, en algún momento habrían de aparecer.

Con el correr de los períodos, durante los cuales transitaron por inmensos espacios abiertos, las condiciones ambientales comenzaron a variar y el entorno apacible comenzó a convertirse, lentamente, en un medio ambiente marcadamente distinto.

La planicie amplia se fue convirtiendo en un camino cada vez más estrecho, con paredes rocosas que, a medida que avanzaban, iban ganando en altura. La tenue y fresca humedad se transformó en un pastoso calor y la luz comenzó a desvanecerse.

La única ventaja aparente consistía en el breve declive del terreno que facilitaba la marcha del *grupto*.

Cuando era necesario modificar la trayectoria, la disposición del sistema de dirección los obligaba a permanecer uno a cada lado del *grupto*. Para hablar entre ellos en esa circunstancia, se asomaban sobre el frente, en una posición bastante incómoda; o se comunicaban a los gritos, de un lado al otro del cajón.

El desplazamiento constante por un sendero cada vez más estrecho los había obligado a permanecer atentos al control de dirección.

Dirigiéndose a su interlocutor del otro lado del *grupto*, Ramos rompió silencio que se había producido desde un rato antes.

– *Hay algo que me dice que la cuestión se va a complicar muy pronto; además, estoy comenzando a sentirme muy cansado. ¿A vos te pasa lo mismo?*

No hubo respuesta, ni tiempo para darla. El camino los obligó a recorrer una pronunciada curva y se encontraron, repentinamente, de frente y por los laterales, rodeados de paredes verticales donde apenas entraba el *grupto*, Ramos de un lado, Wincy del otro. En un momento, se vieron solos, aislados y el cajón... literalmente encajonado.

– *¿Qué te dije? ¡Aquí estamos! Con ustedes, en vivo y en directo, un nuevo problema. ¡Llegamos al final de la quebrada!* -anunció Ramos con resignación.

Mientras hablaba, comenzó a caminar hacia donde estaba su compañero. Al llegar al otro costado, miró a lo largo del estrecho pasillo que formaban el lateral del *grupto* con la pared de la quebrada, pero no vio a Wincy. Lo llamó repetidamente y, ante la falta de respuesta, sólo atinó a sentarse y esperar.

Al rato, escuchó la voz de su amigo que provenía de la parte superior de la quebrada, muy arriba suyo.

– *Ya bajooo...* –gritó Wincy.

Un rato después estaba junto a Ramos, quien seguía sentado y con aspecto de estar totalmente extenuado. Todavía agitado, le explicó:

– *En la otra punta del grupto, como cortado en la pared, hay un sendero para subir; desde arriba se ve todo el camino que hicimos. Retroceder... no podemos; la única posibilidad que tenemos es seguir hacia arriba y por la ruta que parte desde allí.*



Lamentablemente –dijo Wincy con cara de circunstancia– es mi obligación comunicarte que la única forma de seguir con la carga es subirla por la pared vertical.

–Yo no sigo –dijo Ramos, terminante.

–No discutamos. O me ayudás o yo te subo a vos y al grupto –dijo Wincy tan terminante como él.

Ramos, de facto, dio por finalizada la conversación, cerró los ojos y se quedó dormido en el piso, apoyado contra la pared.

Wincy, tomó la decisión de respetar su cansancio y comenzó a trabajar solo; construyó una soga con los recursos provistos por el *grupto* y subió para arrojarla. Volvió a bajar y ató el *grupto*; subió otra vez y comenzó a tirar. Probó varias veces, pero, en todas los intentos que realizó para subir el *grupto*, el cansancio lo venció antes de que la carga hubiera realizado un décimo del recorrido; finalmente, se dijo:

– ¿Qué diría de esta situación el gran tecnólogo dormido? –Y se contestó– Lo que ya sé muy bien qué tengo que hacer pero que, particularmente, a mí me gusta tanto como apretarme los dedos con una puerta, es:

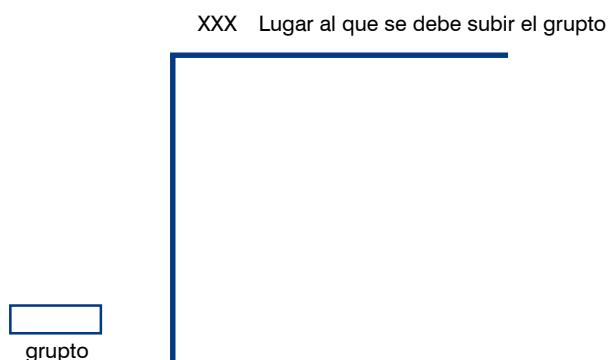
- reunir y organizar la información disponible,
- plantear el problema y la situación general, sobre la base de la información relevante,
- traducirlo en términos operativos; o sea, esquematizar el problema y establecer los pasos necesarios para resolverlo.

– No hay otro remedio...

La solución del problema

Wincy, entonces, dibujó y escribió:

¿SOLO...? NO ES FÁCIL



Pasos a seguir:

1. Organizar y jerarquizar la información disponible.
2. Identificar, definir y caracterizar, por escrito, el problema que se presenta.
3. Idear y esquematizar, como mínimo, tres formas posibles de solucionarlo.
4. Elegir la forma más apropiada para llegar a la solución y justificar la elección realizada.
5. Diseñar un artefacto que solucione el problema caracterizado, utilizando unidades significantes de la mecánica y calcular los esfuerzos máximos que deberá soportar.
6. Construir, con los materiales a disposición, un modelo a escala del artefacto diseñado.

Los primeros cuatro pasos le tomaron bastante tiempo; pero, lo recuperó en las fases posteriores. Cuando terminó los diseños y los cálculos, hizo el modelo a escala y encontró algunas fallas. Las corrigió, reformó toda la estructura y, finalmente, cuando subió encontró instalada una estructura similar.

Wincy alzó al *grupto* y a su amigo dormido sobre él. Cuando tuvo todo bajo control,

se sentó a disfrutar del trabajo realizado. Sacó del bolsillo el papel con la información, los cálculos y los diseños, lo leyó y casi no lo podía creer.

– *¡Qué organizadito estoy!* –comentó, dirigiéndose a Ramos, que seguía a su lado reponiendo energía.– *Organicé la información, diseñé antes de empezar a construir, cumplí casi todos los pasos que me propuse, lo hice todo solito, dio resultado... Y en el momento en que tendrías que estar acá para festejarlo, ¿vos qué hacés?... Te dormís. ¡Gran amigo...!*

Alertado por la experiencia anterior, cuando el acantilado se desplomara, Wincy comenzó a transportar el *grupto* tierra adentro.

El esfuerzo fue descomunal. Solo, cansado, cerró los ojos y utilizó las fuerzas que le quedaban para desplazar la imprescindible carga.

Se movió cuanto pudo hasta que, extenuado, sintió que se desplomaba, vencido por el sueño. En un esfuerzo supremo abrió los ojos y se vio rodeado por la oscuridad absoluta.

– *Ya está bien entrada la noche, por eso tengo tanto sueño.*

Fueron palabras que pronunció, antes de quedarse profundamente dormido.

– *¿Noche?*

Repentinamente, entre sueños, Wincy cayó en la cuenta de que estaba oscuro cuando él comenzaba a dormirse. Se despertó sobresaltado y, al abrir los ojos, comprobó que, efectivamente, era de noche. Una noche muy especial, sin luna, con sólo unas pocas luces muy en lo alto, que parecían ser estrellas. La oscuridad era prácticamente total.

Tanteando, llegó hasta el *grupto*, presionó el símbolo que abría la tapa y se trepó. A medida que la tapa se desplazaba, una luz blanca lechosa comenzó a proyectarse desde el interior del cajón hacia arriba. Cuando Wincy se asomó, tenía a su disposición dos artefactos que parecían ser linternas y, debajo de ellos, un papel escrito con una tipografía muy apretada.

Wincy comenzó a deslizarse por la pared del *grupto* hacia abajo, llevando el papel y los dos artefactos para iluminarse. En ese instante, un toque en su espalda lo sobresaltó. En medio de la oscuridad, lo tranquilizó reconocer la voz de su amigo Ramos.

– *Pareciera que no te alcanzó con traerme a este lugar donde para sobrevivir hay que fabricar todo; me duermo un rato y, cuando me despierto, resulta que destruiste las instalaciones de iluminación y estamos con el sistema de emergencia. Wincy... lo tuyo es lamentable.*

– *Las ironías están sobrando* –replicó Wincy, sobreponiéndose de la sorpresa, y entregándole a Ramos la linterna y el papel.– *Yo no voy a seguir solucionando los problemas mientras vos te dedicás a dormir la siesta y aparecés para la foto, cuando está todo arreglado. Tomá; hacéte cargo de la situación.*

Ramos que, a pesar de las expresiones de humor, todavía no entendía demasiado cómo era que se había modificado su status, pasando de “atrapado por la quebrada” a “sumido en las tinieblas”, apuntó la supuesta linterna y comenzó a leer el papel que le alcanzara Wincy.

SE VINO LA NOCHE

La oscuridad en que nos encontramos no depende, como en el caso del lugar de donde ustedes vienen, de una relación espacio-tiempo. Aquí sólo depende del espacio.

El espacio oscuro que sigue de aquí en más es bastante amplio; los problemas de superficie que se les presentarán son leves, tan sólo un par de fracturas del terreno, las que pueden ser fácilmente eludidas... en el caso de que se den cuenta dónde están.

Para ver el camino deberán instalar los iluminadores en el frente del *grupto*, pero regulando la posición de la lámpara respecto del foco del artefacto, de un modo tal que ilumine en línea recta, como mínimo, cinco metros, a partir de un metro desde el frente del cajón, pero con todo el haz de luz orientado hacia abajo y adelante, según el siguiente esquema:



Deberán ustedes considerar que el *grupto* energía eléctrica después de convertir la energía lumínica y que cada vez que les provee elementos o instrucciones gasta 1/10 de toda la que tiene acumulada.

Además, cada hora de funcionamiento de los iluminadores frontales le demanda de $\frac{1}{4}$ de ese total y ustedes ya llevan media hora con la luz encendida. No les queda mucho más que tres horas para diseñar un iluminador con foco regulable, construirlo, instalarlo en el *grupto* y recorrer la distancias que los separa de la zona luminosa.

Si necesitan algún material, instrucción adicional, su gerencia o idea... no tienen más que pedirlo. Pero, ya saben: es 1/10 de la energía total acumulada que, hasta que no lleguen a un espacio iluminado, no se repone.

¡Éxitos!

– *¡Muy amaaable! ¡Lindo despertar!* –Mientras Ramos enfocaba la linterna en busca de su amigo, se preguntaba cómo hacer un iluminador con foco regulable y controlable externamente.

Luego de intercambiar ideas durante algunos minutos, tomaron la decisión –y el riesgo– de continuar la marcha en medio de la oscuridad, de modo tal de ir ganando espacio hacia no sabían dónde, en tanto armaban el dispositivo necesario.

Mientras el *grupto* se desplazaba serenamente, impulsado y controlado por Ramos, Wincy, acomodado en la parte superior del extraño vehículo, trabajaba arduamente en un improvisado taller. De a ratos, se intercambiaban posiciones e información, para aprovechar mejor las aptitudes de cada uno.

En esta oportunidad, no hubo discusiones sobre la forma de enfrentar el trabajo. A partir de la subida del cajón por la pared vertical, Wincy estaba plenamente conven-

cido de que sólo con la intuición no le hubiera alcanzado para poder hacerlo; sabía perfectamente –y ahora era capaz de reconocerlo en forma explícita– que las etapas que se había fijado y cumplido fueron las que le permitieron trabajar con pocos tropiezos y terminar la tarea en el plazo previsto.

El diseño previo fue riguroso y la planificación detallada. La situación era muy difícil; pero, la sincronización funcionó perfectamente. Así, lograron terminar el artefacto en un tiempo relativamente corto, pidiendo ayuda al *grupto* solamente en dos oportunidades. El iluminador con foco regulable estaba terminado y funcionaba a la perfección.

La marcha continuaba sin interrupción... pero ya era demasiado forzada. Si bien la superficie del terreno no se había modificado notoriamente, desplazar la carga era un trabajo cada vez más dificultoso. La iluminación que daba el artefacto instalado en el frente del *grupto*, que hasta un rato antes era bastante potente, no pasaba ahora de ser un hilo de luz tenue y languideciente. Ramos pensó en voz alta:

– *La segunda grieta ya la pasamos hace rato. ¿No será mejo apagar la luz del frente y ahorrar la poca energía que todavía tenemos?*

– *Si lo hiciéramos, no veríamos absolutamente nada y no hay ninguna forma de orientarnos para poder seguir una línea recta* –le contestó Wincy de inmediato..

– *Ahora tampoco tenemos ninguna seguridad de estar moviéndonos en línea recta; no hay nada que nos permita orientarnos; sólo vemos unos metros adelante y no tenemos ningún punto de referencia.*

– *Y, ¿cómo podemos tener referencias en un lugar donde nada sobresale del terreno, no hay luna y esas pequeñas luces de arriba no sabemos si son estrellas o qué son? Aquí parece que el tiempo no existe; sólo espacio y... problemas.*

– *Querido Wincy, aunque aquí el tiempo pareciera no existir, quisiera recordarte que cuando todo empezó... yo dormía como un angelito. El único que puede presentar reclamos soy yo. Usted... calladito y a trabajar cuando sea necesario. Pero..., pensando en lo último que dijiste: ¿No habrá alguna forma de aprovechar esa pequeña lucecita? ¿No podremos amplificarla de alguna manera?*

– *¡Basta! !* –bramó Wincy–. . *No sólo nos trae problemas el recipiente pensante, sino que ahora, además, vos te ponés de su lado y te ocupás de inventar algunos otros. Ya estoy cansado, no quiero ni oír hablar de problemas, no me interesa pensar ni...*

Wincy, que en ese momento caminaba un par de metros delante del *grupto*, vio que el piso se modificaba repentinamente; pero, no llegó a reaccionar con la rapidez necesaria; saltó hacia atrás y trató de alertar a su amigo que estaba aferrado al cajón, cuando éste comenzó a tomar velocidad. Resignado, Wincy se paró sobre la base del artefacto, dispuesto a todo.

– *¿Qué más puede pasar?* –pensó para sí.

La realidad es aplastante

En segundos, tras un sonido sordo y metálico que permitía deducir que algo pesado se había cerrado, Wenceslao, Ramos y el *grupto* cayeron en el medio de un cubículo tenuemente iluminado, semejante a una caverna.

La superficie de las paredes se veía irregular y parecía ser metálica. El techo, igual que el piso, era una plancha plana de acero inoxidable sin pulir, titanio o algún metal parecido. Se incorporaron con dificultad y un poco doloridos por el golpe.

Estaban terminando de realizar la recorrida visual del entorno, cuando notaron que un sector de la pared que se encontraba frente a ellos comenzaba a relucir. Sobre la superficie iluminada apareció un mensaje:

ATENCIÓN

Se encuentran en una cámara cerrada y hermética.

A partir del instante en el que tocaron el piso, el techo de la cámara ha comenzado a descender.

Hasta llegar a los tres metros de altura, conservará la velocidad de desplazamiento que tiene ahora; desde ese punto, llegará al piso en 10 minutos.

El momento en el cual se produce el cambio de velocidad será dentro de tres horas.

La luminosidad desapareció. El silencio posterior fue interrumpido por Wincy:

– *Si el techo baja nos hace puré. De acuerdo, ya estoy harto; no pienso mover un solo dedo. En tres horas, diez minutos, a la mesa; el menú de hoy, puré de Wiragru con guarnición de papas al perejil.*

– *¿Qué es el puré de Wiragru?* –preguntó Ramos, intrigado.

– *Te paso la receta: Tome a Wincy, a Ramos y al grupto, preferiblemente al natural; comprímalos hasta sacarles todo el líquido y después hágalos puré. Excelente plato para esta época del año; sívalo frío, con salsa agridulce y unas papitas perejiladas...*

Al costado del lugar que se había iluminado inicialmente, comenzó a vislumbrarse otro sector: apareció a la vista un complejo mecanismo, con algunas partes que se desplazaban, luces que se encendían y apagaban y, en el centro, un cilindro metálico que remataba, en uno de sus extremos, en una forma parecida a un alfiler de gancho. Debajo, se veía una ranura por la cual asomaba un papel.

– *¡La que nos faltaba!* –dijo Wincy– *¡El cajero automático! Seguro que si sacás el papelito, te dice que en la cuenta no tenés fondos; y si tenés fondos, te va a decir que vayas al cajero más próximo porque a éste le están verificando el funcionamiento...*

Ramos, sin prestar demasiada atención a la charla de Wincy, tiró cuidadosamente del papel que asomaba; rápidamente, comenzó a desplegarse una tira de cuarenta centímetros de largo con una escritura que decía:

INFORMACIÓN BÁSICA

El mecanismo que pueden ver es el que regula el desplazamiento del techo. El cilindro del centro es el que permite desplazar, hacia fuera, la pared que está en el lado izquierdo.

Ramos se quedó pensativo. Wincy, impulsivo como siempre, se dirigió hacia el grupto diciendo:



– Salvados... ¿Qué hace falta para sacar el cilindro? Nada más que un martillo. ¿Te das cuenta de que por más que te quieras hacer pasar por el genio de la tecnología, siempre dependés de mí?

– Tranquilo... –dijo Ramos– Mirá lo que dice del otro lado del papel...

Wincy se acercó y leyeron juntos:

ALGUNAS REFERENCIAS ÚTILES

- El mecanismo que regula el desplazamiento del techo se alimenta con los pulsos eléctricos que emite la caja que lo contiene. Sin esos pulsos, el techo se cae.

- Si los pulsos se interrumpen o la secuencia se modifica más o menos de un 10% en el total del tiempo que insume la sucesión actual, el techo se cae.
- Los pulsos que emite la caja coinciden con los que alimentan las lámparas y tienen la misma tensión de salida que la que alimenta el sistema; el sistema admite una variación de tensión de +/- 10%. Por encima o por debajo de la tolerancia, el techo se cae.
- La única forma de sacar el cilindro es rompiendo la caja. Si la caja se rompe en el lugar en que está, el techo se cae. Consecuentemente, la única forma de romper la caja es extrayéndola del lugar donde está; de lo contrario, el techo se cae.
- La única forma de sacar la caja es reemplazándola previamente por otra que cumpla la misma función. Si la función no se cumple, el techo se cae.
- En el *grupto* encontrarán todos los elementos necesarios para solucionar el problema; sólo hay que saber cuáles usar, cómo hacerlo y... hacerlo rápido; pues, si no actúan, el techo se cae.

Ramos miraba con interés el mecanismo sin prestarle demasiada atención a su amigo.

Wincy miró a Ramos detenidamente y preguntó:

– ¿Y esto? ¿Cómo funciona?

Sin desviar la mirada de las piezas móviles y su desplazamiento, Ramos contestó con un murmullo.

– *Eso es lo que estoy tratando de descubrir. ¿Por qué no pensás un poquito vos también?!*

– *¡Ah, no! ¡Yo, jamás! Yo soy el ejecutante, vos sos el ejecutivo. Si pienso, después no sé como usar el martillo.*

– *Dejá de quejarte y mirá un poquito, a ver si estás de acuerdo con lo que digo: Esto sigue una secuencia... Prestá atención:*

1. *El cilindro se desplaza hasta aquí.*
2. *Cuando llega, se enciende la luz verde.*
3. *Sigue desplazándose hasta aquí; y, en el mismo momento en que se apaga la luz verde, se enciende la amarilla.*
4. *Sigue el camino y cuando llega aquí, se enciende la roja y además, sigue prendida la amarilla.*
5. *Cuando llega aquí, se apaga la amarilla y sigue prendida solamente la roja.*
6. *En el próximo punto al que llega, se apaga la roja y no se enciende ninguna. Estamos de nuevo en el principio.*

Fijáte si la secuencia se repite y controlá el tiempo que yo voy a buscar un par de destornilladores al grupto.

Cuando Ramos volvió, Wincy le estiró un papel.

– *Tomá. Porque si te dejo hacer demasiado, te agrandas y te ponés insoportable.*

El papel tenía desarrollado un planteo matemático del funcionamiento lógico de las variables que determinaban la secuencia y el tiempo de emisión que cada una empleaba. Cuando Ramos leyó los tiempos se tranquilizó. Decía:

1-2: 10 seg.
2-3: 5 seg.
3-4: 15 seg.
4-5: 10 seg.
5-6: 20 seg.

– Claro, ahora que está descubierta la secuencia es fácil. Pero, no te agrandes porque ahora viene lo más difícil. El tema de las tensiones. Fijate... Esta tapa está atornillada y es independiente del resto, así que mientras no movamos la caja, el techo no se cae.

Una vez que separó la tapa, Ramos comenzó a observar muy cuidadosamente, mientras iluminaba el sector con su linterna. En un murmullo se pudo escuchar:

– Por aquí salen dos cables... y por el otro extremo entran dos cables..

De repente, se separó de un salto y encaró a su amigo.

– ¡Ya está! Consideramos a la caja como una caja negra y hacemos un mecanismo al uso nostro que repita la secuencia. Creo que tenemos todos los datos que hacen falta. Buscá en el grupto lo que necesitamos.

– Un momento –dijo Wincy–. Después de tanto trabajo no quiero que se me caiga el techo encima. ¿Cómo sabés cuáles son los cables que entran y cuáles los que salen?

Ramos lo miró como midiéndolo y, con los ojos entrecerrados, le dijo con tono irónico:

– Por dos razones: la primera, porque estás frente a una mente privilegiada, con un extraordinario poder de penetración sobre la materia y sus secretos. La segunda, porque si te fijás atentamente del lado izquierdo dice input y del lado derecho, dice output. Casi, casi, te diría que la izquierda es la entrada y la derecha la salida...

– No gastemos más tiempo en pavadas, que ya pasaron veinticinco minutos. Empecemos a construir el aparatejo, que si no logramos armarlo, en dos horas cuarenta, el techo nos aplasta.

Trabajaron rápidamente y sin mayores inconvenientes; la caracterización que hicieron del problema y la solución que encontraron, los llevó a construir un artefacto sumamente sencillo.

Cuando el mecanismo estuvo preparado, Ramos y Wincy sincronizaron sus movimientos. Ramos, con displicencia y con una sola mano, manejaba el mecanismo que repetía la secuencia.

Wincy desarmó la caja y, una vez que la tuvo apoyada en el piso..., la molió a martillazos. Disfrutó profundamente el momento, descargó sobre la caja mucha, energía contenida y, mientras se dirigía hacia la pared, con el cilindro en la mano le dijo a su amigo:

– La verdad, doctor Ramos, usted tiene mucha razón: Con un martillo en la mano, todo se parece a un clavo.

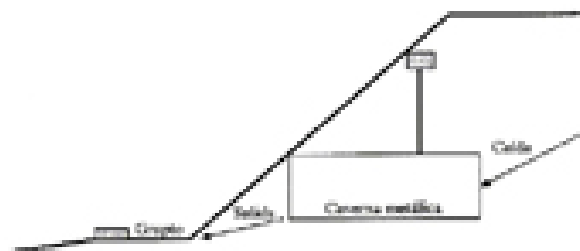
Wincy insertó el cilindro y la pared se desplazó sin inconvenientes. Mientras Ramos seguía repitiendo manualmente la secuencia, Wincy salió de la caverna metálica; después sacó el grupto y, desde afuera, gritó:



– *Cuando quiera, mi estimado amigo, puede usted venir o seguir jugando con su aparatito. ¿O se cree que está haciendo zapping frente al televisor?*

Ramos no contestó, esperó el momento conveniente, abandonó el aparato en el suelo y salió caminando con total tranquilidad. Afuera, se encontró con su amigo y con abundante luz... ¿natural?

Estando todos afuera, comenzaron a observar el sistema de la puerta y el lado externo de la pared de la caverna. Pudieron deducir que la planicie por la que venían caminando se había convertido en una especie de rampa que los condujo al interior de la caverna metálica. De ella, salieron a una zona que parecía ser la ladera de un monte, el cual remataba en una pequeña meseta.



Ramos comenzó a esquematizar la situación de la que venían y en la que se encontraban, con la esperanza de hallar algunas explicaciones. Entonces, alzó la mirada para recorrer el entorno y no pudo contener el grito:

– *¡ Mirááá!* –aulló señalando hacia arriba.

En la meseta superior, recortadas a contraluz, se alcanzaban a definir dos siluetas humanas, un container parecido al *grupto* y un artefacto muy extraño, con cierta semejanza a una perforadora de pozos petrolíferos.

Esto no puede ser real, -dijo, restregándose los ojos, que trataban denodadamente de adaptarse a las nuevas condiciones lumínicas -es producto de la tensión nerviosa o es algún reflejo de nuestra propia imagen.

– *¡¿Ah, sí?!* –dijo Wincy, interrumpiendo el pensamiento hablado de su amigo. – *Entonces, explicáme por qué los dos tenemos la misma visión para una tensión nerviosa diferente; y, si es un reflejo de nuestras propias imágenes, por favor, mostráme dónde tenemos nosotros el aparato que está detrás de las sombras humanas, al lado del cajón.*

A medida que los ojos se iban acostumbrando a la luz ambiente, las sombras se iban perfilando más nítidamente. El cajón se veía muy parecido al *grupto* y las dos figuras se movían alrededor de la máquina. Los dos amigos se esforzaban para individualizar los detalles de las siluetas que tenían enfrente.

Las figuras que se agitaban afanosamente, cerca del artefacto, quedaron repentinamente detenidas; un momento después, comenzaron a gritar y agitar los brazos.

– *No sé qué opinarás vos, pero creo que para ser sombras, tienen demasiada independencia de criterio. Lo mejor será subir* –dijo Wincy entusiasmado y agitando a su vez los brazos, mientras emprendía la marcha decididamente.

– *Tenés razón; pero, primero, aseguremos mejor el grupto y, después, subimos* –dijo Ramos.

– *Sííí... Atálo al palenque, por las dudas, a ver si todavía se escapa... ¡Hacéme el favor!* –contestó con fastidio Wincy, sin darse vuelta, mientras continuaba subiendo con rapidez.

Ramos no pudo contenerse; no lo pensó y salió corriendo él también, hacia la parte superior de la loma.

Nuevos amigos, nuevos problemas

El encuentro fue memorable. El abrazo entre O'Higgins y San Martín era el antecedente comparable más cercano.

Los recién llegados, que un momento después se identificaron como Teodoloquio y William, y Ramos y Wincy se miraron entre sí, miraron los cajones amarillos y, sin decirse una palabra, entendieron todo.

Intercambiaron nombres y farfullaron palabras incomprensibles, hablando a borbotones. Luego de unos minutos, lograron serenarse y el intercambio de miradas inquisitivas reemplazó a las palabras; sin embargo, el silencio duró poco.



– *¿Eran ustedes los que estaban abajo?* –preguntó Teodoloquio, que parecía ser, de los dos, el que llevaba la voz cantante.

– *Y, ¿cómo saben que estábamos abajo?* –contestó Wincy con otra pregunta.

Con una mano les alcanzaron el papel y con la otra, como presentando a un invitado, les señalaron la máquina que habían construido.

SE NECESITA UNA SOLUCIÓN PENETRANTE

A un nivel de quince metros debajo de sus pies hay gente luchando por su vida.

Están dentro de una cámara blindada construida en titanio de 7 centímetros de espesor.

La cara superior de esa cámara (lo que sería el techo, visto desde adentro) está unida externamente al pistón de un sistema hidráulico, que la hace bajar lenta e inexorablemente.

Quienes están en su interior no tienen demasiadas alternativas para interferir el funcionamiento del sistema. La posibilidad de salvar sus vidas consiste en alterar los sistemas de mando y control del pistón. Es muy poco probable que logren hacerlo.

Desde el exterior hay otra posibilidad que, tal vez, los pueda ayudar. Está en sus manos y en su eficacia para resolver problemas.

Otros datos generales acerca de la situación son los siguientes:

- El sistema del techo se mueve por medio de un pistón de accionamiento hidráulico, muy preciso pero extremadamente delicado cuyo punto más vulnerable se encuentra en la unión entre el vástago del cilindro y el techo de la cámara.

- El conjunto pistón-vástago-placa trabaja muy bien en sentido longitudinal; pero, el más mínimo desplazamiento en sentido transversal en el punto de unión mencionado, lo inutilizaría.

Para salvar desde afuera a las personas que se encuentran en el interior de la cámara, la siguiente es una posibilidad que se estima viable:

- Hacer un agujero en el terreno, de diámetro y longitud adecuados.
- Introducir algún elemento con la longitud necesaria.
- Darle al vástago un golpe lateral en el lugar preciso y en el momento justo.

Sería interesante contar con varias soluciones alternativas que no alteren las premisas fijadas para la construcción del sistema.

No se requiere fuerza; hace falta precisión. Para lograr esta última, es necesario considerar cuidadosamente las variables que entran en juego.

Algunas referencias útiles:

- El desplazamiento del pistón es de 66,67 centímetros por hora, durante las primeras tres horas; y de 18 metros por hora a partir de ese momento.
- El dispositivo que se utilice para perforar el terreno debe ser accionado por *tracción a sangre*; debe tener movimientos de giro y percusión, y una estructura fija que lo sujete al piso.
- Las bases que soporten la estructura no podrán ser menos de tres.
- La perforación será del largo y diámetro exactos para dar el golpe en el momento y lugar apropiados.
- El punto de contacto con el vástago deberá determinarse trigonométricamente.
- Los materiales a utilizar para construir el sistema son los que tienen disponibles en el lugar de trabajo.
- La velocidad tangencial de la broca no deberá ser muy elevada porque el tiempo y las condiciones de trabajo no permiten la refrigeración ni el reafilado de la herramienta.
- El dispositivo y la perforación deberán construirse a escala, para ser considerados válidos.

Recuerden que allí abajo hay seres humanos que dependen de ustedes.

Ramos y Wincy, alternativamente, se miraban entre sí y al papel, con gesto aturdido. A medida que avanzaban en la lectura y sin decir palabra alguna, iban comprendiendo simultáneamente la dimensión del problema en el que estaban metidos.

Cuando terminaron de leer, dirigieron una mirada inquisitiva hacia el par de sufrientes problematizados.

Teodoloquio les dijo:

– *Hace quince minutos que frenamos el pistón; veinte antes de que empiece la fase de descenso rápido.*

– *Y nosotros, hace quince minutos que logramos abrir la pared, justo veinte minutos antes de que empiece la fase de descenso rápido* –contestó Ramos.

– *¡Un momento!* –interrumpió Wincy–. *A continuación... conexión directa con “La hora de las predicciones”. Comienza la discusión sobre quién solucionó el proble-*

ma... ¡No me interesa! Lo que sí quisiera conocer es cómo llegaron ustedes a esta situación; tal vez, si juntamos información, nos sirva a todos para salir del embrollo.

Ramos y Teodoloquio lo miraron con un claro gesto de asentimiento. El cuarto sujeto permanecía en silencio y con una cara de total incompreensión. Wincy pensó que, quizás, tanta tensión lo habría desequilibrado; pero, decidió no prestarle demasiada atención y volvió su mirada hacia los demás.

Teodoloquio tomó la palabra.

– Yo les cuento y, por favor, no digan que no me creen. Primero, mi nombre es Teobaldo Ruiz; me presenté de otra forma porque ya me acostumbré a ese nombre, que deriva del momento en que nos encontramos con el amigo William Widgeon Wagner –y señaló a su compañero, que asintió, sonriendo levemente.

– La historia es de no creer. Yo estaba en casa, en Mendoza, sentado en el parque de la finca leyendo un libro... y creo que me quedé dormido en la reposera. Cuando me desperté, estaba acostado en un piso liso y duro, y, frente a mí, estaba parado William, que me miraba como si fuera un extraterrestre... Me levanté y a lo primero que atiné fue a presentarme; le extendí la mano a William y le dije: –Mucho gusto, mi nombre es Teobaldo, me dicen Teo, y me parece que estoy loco. ¿Teodoloquio? ¿Teodoloquio?, me preguntaba él. No, le dije que mi nombre es Teobaldo, me dicen Teo, y que me parece que estoy loco porque no sé como llegué a parar aquí. ¿Teodoloquio?, ¿Teodoloquio?, seguía preguntando William. Y me dije: Bah, total... da lo mismo. Sí, soy Teodoloquio le dije. Desde entonces, ese es mi nombre.

Ramos interrumpió el relato para preguntar:

– Sin ánimo de crítica y ya que hablamos de tu amigo William, ¿siempre es así de calladito? Porque, en ese caso, yo te puedo proponer un trueque.

– No te lo recomiendo –dijo de inmediato Teo, riéndose sonoramente. –No es que sea callado; es que no entiende nada...; y yo tampoco lo entiendo a él; todavía no pude descifrar en qué idioma habla.

– Y, ¿cómo hacen para entenderse? ¿Cómo se comunican para solucionar los problemas? ¿O éste fue el primero que se les presentó? –picado por la curiosidad, Ramos comenzó a lanzar preguntas al ritmo de una ametralladora.

– Pará, pará –lo interrumpió Teo– que ésa es toda otra historia. Nos entendemos por medio del dibujo técnico y ya hemos descubierto algunas palabras y situaciones. Ya logré entender que, mientras yo estaba descansando en Mendoza, él estaba trabajando del otro lado de la cordillera, en Chile. El tipo es algo así como un experto en minería o recursos naturales de las áreas montañosas y lo trajeron de una zona muy similar a la chilena, cerca de Siberia, para estudiar no sé que tipo de explotación. Aparte, parece que toda su vida estuvo en situación de guerra; todo lo hace improvisado, para ahora y atado con alambre. Fue una tortura trabajar con él. La mitad del tiempo estuve frenándolo para que reflexionara un poco sobre lo que tenía que hacer; por lo demás, es un tipo inteligentísimo, ingenioso y muy hábil. Pese a todo, creo que ahora hacemos un buen tándem.

– Es de los nuestros –interrumpió Wincy en tono alegre. Y, asumiendo la representación de Ramos, comenzó a explicarle a Teo las experiencias laborales, la formación académica y la odisea que estuvieron viviendo hasta que se encontraron.

Teodoloquio, Teobaldo o simplemente Teo, con una calma admirable, le contó, a su vez, que antes de ser problemólogo, él era un ingeniero metalúrgico especializado en el estudio y la investigación de nuevas aleaciones; con un hobby: los juegos de ingenio.

A partir del relato, anudaron inmediatamente la cantidad de similitudes que existían entre ellos cuatro: la formación técnica, el trabajo que desempeñaban, las iniciales de los respectivos nombres, las cuestiones temperamentales, y las situaciones que tuvieron que vivir.

Lo que no podían imaginar en ese momento, era lo mucho y bien que tendrían que usar esas habilidades para afrontar las situaciones que los esperaban. Estaban totalmente abstraídos en la conversación, cuando un ruido fenomenal los hizo comenzar a mirar en todas las direcciones y a intercambiar gestos interrogantes. Por un momento, todos los ojos confluyeron hacia abajo y hacia el costado, en los lugares donde estaban detenidos los cajones que les servían de nexos con la supervivencia.

Un instante, nada más, y los cuatro volvieron a intercambiar miradas, que primero fueron de incredulidad, después de desconcierto, más tarde de desazón y un segundo después... ¡de espanto!

Los dos *gruptos* comenzaron a moverse. El de arriba comenzó a bajar rápidamente y el de abajo inició un lento movimiento por la suave pendiente que, recién en ese momento, notaron que tenía el terreno en la parte inferior de la era. Ramos empezó a gritar:

– ¡Yo te avisé! ¡Yo no lo corro! ¡Ahora frenalo vos!

Wincy lo miró como para contestarle; pero cambió de idea. Dio media vuelta y comenzó a bajar. Un instante después la escena mostraba dos grandes cajones deslizándose y cuatro hombres que los corrían desesperadamente.



Y así terminó Natalia *La larga marcha de Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos*, el recurso didáctico que cruza el campo de problemas del programa de Tecnología de noveno año.

Actividad 11

Una primera mirada a *La larga marcha...*

En este ámbito de ficción el técnico y el tecnólogo (¿Recuerda la diferenciación que trazábamos en nuestro módulo **Tecnología. Finalidad educativa y acercamiento didáctico?**), se enfrentan a problemas que demandan aquellos conocimientos que son contenidos de aprendizaje de nuestros alumnos de EGB3.

Resultará oportuno que exprese sus primeras impresiones acerca del uso de este relato como columna vertebral de un curso de Tecnología.

Actividad 12.**La larga marcha... como material curricular**

Ahora, ya explicitados sus pareceres iniciales, desearíamos acercarle un protocolo que intenta evaluar la calidad del relato de Natalia como recurso didáctico, teniendo como marco de referencia al PCI y al PCT elaborados por el equipo de los maestros y profesores de Tecnología de la escuela que nos acompaña en este curso.

La larga marcha de Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos:

- ¿Genera procesos reconstructivos? ¿Reconstructivos globales?
- ¿Promueve operaciones cognitivas exigentes?
- ¿Plantea a los alumnos posibilidades de navegación y de trabajo autónomo?
- ¿Incluye expectativas de logro dirigidas a procesos intelectuales creativos?
- ¿Es accesible a las particularidades cognitivas de los alumnos de noveno grado de sus cursos?

Actividad 13.**Relación del relato con nuestro modelo de Educación Tecnológica**

Le proponemos que encare un tercer nivel de revisión de *La larga marcha de Wenceslao Wallaby Wordnat y Ramos*, ahora en función del modelo de Educación Tecnológica planteado en nuestro curso **Tecnología. Finalidad educativa y acercamiento didáctico**:

- ¿Advierte que el relato plantea problemas que lleven a los chicos a recurrir a contenidos tecnológicos y a otras bases de conocimiento para solucionar problemas?
- ¿Están promovidos desde *La larga marcha...*, los procesos de diseño, proyecto constructivo, construcción y ensayo?
- ¿Encuentra posibilidades de desarrollar el análisis de productos y el proyecto tecnológico?
- La propuesta, ¿activa una metodología basada en la resolución de problemas y en los juegos de simulación?

Le acercamos, a continuación, nuestro análisis.

El relato en el marco de la Educación Tecnológica

En *La larga marcha...*, además de algunas pistas expuestas en frases o términos aislados que, eventualmente, pueden ser el disparador de una tarea, existen consignas claramente definidas para el trabajo tecnológico.

Estas consignas tienen algunas características que han sido pensadas para dotarlas con una cierta dosis de realidad:

- Contienen datos en exceso. Éstos, si bien están relacionados con la situación que allí se describe, no influyen en forma directa sobre el problema, ni alteran el resultado final de la solución.
- En algunos párrafos, la redacción es confusa. La forma de ordenar la información tiene cierto grado de arbitrariedad y superpone categorías de análisis de distinto valor.
- Algunos enunciados son ambiguos. Contienen datos o términos que se prestan a diferentes interpretaciones y, por lo tanto, a la controversia.

Hemos adoptado estos criterios porque los problemas reales, de cualquier índole, tienen algunas de estas características, todas ellas o aún mayor cantidad.

La finalidad no es convertir la situación problemática en un acertijo, sino alejar a los **solucionadores**, que se enfrentan a ella, de las referencias que, por conocidas, orienten rápidamente la solución en un sentido.

Si esto se diera, se perdería la riqueza del proceso reflexivo y el debate de ideas, se bloquearía la posibilidad de caracterizar el problema sobre la base de los distintos modos de seleccionar la información y, por lo tanto, se anularían muchas de las posibilidades de presentar soluciones diferentes y originales.

La primera consigna que presenta el relato ("La balanza está inventada..."), aborda como núcleo conceptual principal, el referido a procesamiento de la información y las comunicaciones en el cual, subsidiariamente, se requieren contenidos de Matemática (superficie, volumen y nociones básicas de estadística) y Física (peso, peso específico y aceleración de la gravedad) abordados de una manera que no necesariamente sigue la lógica de trabajo de las disciplinas mencionadas.

Se presentan de modo tal que, eventualmente, el docente de la especialidad pueda realizar el ajuste didáctico correspondiente, para que el aprendizaje de esos conceptos resulte significativo.

Actividad 14 **Identificación de núcleos conceptuales**

Lo invitamos a identificar los núcleos conceptuales de la primera consigna de *La marga marcha...*

"La balanza está inventada... pero ustedes no la tienen: La longitud del *grupto* es el triple de su altura (la altura es equivalente a 18 diámetros de *compact disc*) y $2\frac{1}{4}$ veces el ancho. Tiene ocupado, en este momento, sólo el 87% de su volumen interno. El *grupto* propiamente dicho pesa $\frac{1}{10}$ de la carga que tiene y posee en su interior 275 objetos diferentes cuyo peso difiere entre sí, en todos los casos. El peso promedio de los objetos es de 1,26 Kg. La mediana del peso de los objetos es de 1,46 Kg. Y la moda, que corresponde al 35% de los casos, se ubica en 1,09 Kg. La aceleración de la gravedad en este lugar equivale a 0,89 de la aceleración de la gravedad terrestre a nivel del mar y el peso específico del agua tiene el mismo valor que suelen adjudicarle ustedes habitualmente."

La actividad derivada de esta primera consigna está enfocada como preparatoria respecto de las que el texto desarrolla más adelante e inicia el tratamiento permanente y sistemático de los núcleos conceptuales orientados a:

- Procesamiento de la información y de las comunicaciones.
- Metrología.
- Sistemas de representación.

La necesidad de proveer significatividad a estos contenidos estará presente en el desarrollo de todas las propuestas posteriores y, por lo tanto, esta consigna podrá estudiarse, entonces, con mayor profundidad y otorgarle entidad propia.

En este caso particular, sólo se trata de realizar una presentación de la forma en que serán expuestos los problemas y la necesidad de lograr una metodología adecuada para el tratamiento de los datos.

Se considera esencial, en el mundo tecnológico que nos rodea y en el que se acerca, que los jóvenes construyan competencias para manejar la información, como una forma de abstraer los objetos, fenómenos y procesos del mundo real, medirlos, modelizarlos y representarlos, estableciendo sobre ellos juicios valorativos certeros.

Como un aporte operativo al criterio expuesto, en todas las consignas se incorpora como componente básico, aunque, eventualmente, no se defina como contenido principal, el que trata sobre el procesamiento de la información y de las comunicaciones.

En cada consigna, con uno principal y otros complementarios, se tratan algunos núcleos centrales de los contenidos del área, como por ejemplo:

NÚCLEOS CONCEPTUALES DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA	
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de productos - Diseño - Unidades significantes de la tecnología - Energía - Técnicas - Materiales - Producción - Gestión - Tecnología y sociedad - Sistemas de representación - Procesamiento de la información y las comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> - Historia de la tecnología - Sistemas - Regulación y control - Máquinas - Automatismos - Lectura del objeto - Metrología - Construcción - Ensayos - Impacto ambiental - Proyecto

Existen núcleos, como los marcados en negrita, que son constantes. Siempre estarán presentes, dado que, como concepto, procedimiento o actitud, articulan, sistematizan e integran el trabajo. A ellos se suma el núcleo seleccionado por su valor curricular específico, desde la perspectiva que orienta la consigna.

Se combinan, entonces, en el tratamiento de los núcleos, dos aspectos distintos y complementarios:

- el que aporta a la formación general, a la construcción de esquemas de pensamiento, relacionando y otorgando significatividad a los contenidos de aprendizaje de diversas áreas;
- el que hace al tratamiento de contenidos con un grado mayor de especificidad dentro del campo tecnológico.

Seguramente, esta síntesis —que podría equipararse a un plan de unidad— lo ayudará a organizar los núcleos conceptuales que sustentan el primer problema con que se enfrentan el tecnólogo y el técnico:

LA BALANZA ESTÁ INVENTADA... PERO USTEDES NO LA TIENEN		
ARTICULADORES DE LA ACTIVIDAD	Conocimientos tecnológicos	Conocimientos científico-matemáticos
DISEÑO	<ul style="list-style-type: none"> - Procesamiento de la información.¹⁷ - Metrología. (Instrumentos de medición y dibujo; sistemas de unidades). - Dibujo técnico. (Representación en vistas, normas ISO, normas IRAM). - Estructuras. - Transmisión de fuerzas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie, volumen, estadística. - Peso, peso específico, masa. - Aceleración de la gravedad.
PROYECTO CONSTRUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Tabla gráfica, planilla de cálculo o base de datos que pueda integrar y procesar las distintas variables. 	
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecución del diseño previsto. Puesta en práctica de los conocimientos y habilidades necesarios para concretarlo. - Organización grupal. 	
ENSAYO	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de lectura, comprensión y transmisión de los datos; comparación de las distintas soluciones. Extensión de la solución a otros problemas similares. - A partir de la comparación con datos y situaciones de la realidad (contenedores, camiones, caminos), peso por unidad de soporte, peso por unidad de superficie... 	

Estamos incluyendo, de este modo:

1. Conocimientos compartidos por tecnologías de distinta base técnica divididos, a su vez, en:

- Saberes correspondientes a un núcleo conceptual en particular.
- Saberes de ese núcleo, relativos a la base técnica de la tecnología que los utiliza.

2. Conocimientos de las tecnologías de una base técnica en particular, que se subdividen en:

- Saberes técnico-tecnológicos.
- Saberes científico-matemáticos

Entre los primeros contenidos, hacemos mención a núcleos conceptuales tales como: sistemas de representación, metrología, procedimientos de la tecnología, procesamiento de la información y las comunicaciones, ciencia, tecnología y sociedad, etc. Contenidos con un campo conceptual propio tanto técnico como científico que, además, se integran a diferentes tecnologías formando parte de una base técnica en particular.

En el siguiente cuadro, se resume, esquemáticamente, lo expuesto:

¹⁷ En negrita usted puede identificar los núcleos o ejes de contenidos principales; con tipografía normal, los contenidos asociados.

Conocimientos con entidad propia compartidos por distintas tecnologías de diferente base técnica	Proyecto tecnológico. Análisis de producto. Metrología. Sistemas de representación. Diseño. CTS. Etc.	Saberes propios
		Saberes correspondientes a la tecnología que los utiliza
Conocimientos de una tecnología en particular	Mecánica. Electricidad. Administración. Etc.	Saberes técnico-tecnológicos
		Saberes científico-matemáticos

¿Cómo se presentan estos saberes tecnológicos en la realidad real?

Tomemos el primer grupo de contenidos, los compartidos por tecnologías de diferente base técnica.

Al trabajar sobre el diseño de un producto cualquiera (tangible o no), las ideas previas a la construcción se vuelcan en bosquejos que avanzan luego hacia los croquis, esquemas, planos normalizados, etc.

Vale decir, de una idea difusa donde la necesidad orienta la acción, se evoluciona, en sucesivos pasos de ensayo y ajuste hacia un sistema gráfico que representa el modo en que el producto o el proceso funcionarán, definiendo los elementos que lo componen y el modo en que se vinculan. Realizar esta tarea supone una serie de conocimientos sobre materiales, herramientas, instrumentos y normativas relativas a los sistemas de representación que son comunes a diferentes tecnologías.

Ahora bien, si el mencionado sistema gráfico corresponde a un circuito eléctrico, se denomina esquema y posee una semántica y una sintaxis específica que corresponden a los símbolos; líneas, abreviaturas, etc., que conforman la lógica por medio de la cual ese sistema se hace comprensible a quienes trabajan en el campo de las tecnologías eléctricas o electrónicas, que son exclusivas y diferentes de las de otra base técnica. Vale decir: a los saberes correspondientes a los sistemas de representación, entonces, se le adicionan los vinculados a la tecnología específica de una especialidad.

¿Cómo se presentan estos saberes tecnológicos en la realidad escolar?

Analizando el mismo caso, dentro de la lógica escolar de las especialidades técnicas, los contenidos tienden a aprenderse separados unos de otros.

Por una parte, en Dibujo Técnico se ejecutan los esquemas, donde la prioridad está dada por la representación gráfica, los procedimientos y las habilidades manuales. Se verifica el trazo, el símbolo, el rótulo, la disposición del dibujo; y poco importa si el circuito puede llegar a concretarse y funcionar

Por otra, en Instalaciones Eléctricas se diseña el circuito con énfasis en los aspectos conceptuales que corresponden a los aspectos normativos y a los fundamentos físico-matemáticos de la especialidad. Se estudian las condiciones de carga del circuito y la sección de los conductores, la ubicación de tableros sectoriales o generales, la disposición de los componentes en el lugar, el costeo de los materiales; y suelen pasarse por alto los aspectos relativos a la representación.

Tanto en una materia como en la otra, se suele poner escaso énfasis en que el alumno logre comprender la totalidad que involucra el circuito funcionando, su diseño, su representación gráfica, su construcción adecuada y la transmisión de los datos que involucra esa complejidad a otras personas que no participaron del proceso de elaboración.

En un segundo grupo de contenidos los de una tecnología en particular, incluimos aquellos que se articulan para materializar un producto tecnológico.

En este caso nos referimos a mecánica, electricidad, hidráulica, tecnologías blandas, etc.; y la base técnica en que se desarrolla su acción: metalurgia, electromagnetismo, sistemas automáticos, organización, etc., con el conocimiento científico-matemático necesario para el desarrollo de cada una de ellas.

¿Cómo se presentan estos saberes tecnológicos específicos en la realidad real?

En el marco de cuestiones productivas concretas, este tipo de contenidos opera conjuntamente en una forma poco diferenciada y orientada a una finalidad específica: moldear metales por colada mediante variación y control de la temperatura; modificar la velocidad de giro de un motor por medio de la modificación de las variables eléctricas fundamentales que intervienen en su funcionamiento; accionar un mecanismo a través de la diferencia de presiones entre dos puntos de un cilindro; asignar responsabilidades y distribuir tareas en un departamento financiero.

En las situaciones enunciadas converge la necesidad de armonizar los conocimientos técnico-tecnológicos (materiales, máquinas, herramientas, instrumentos, procesos de producción y gestión administrativa, etc.) con los conocimientos científico-matemáticos (temperatura, frecuencia, presión, sistemas organizacionales, etc.) que permiten explicar y controlar los fenómenos (físicos, químicos, gestionales, etc.) involucrados.

¿Cómo se presentan estos saberes tecnológicos específicos en la realidad escolar?



En este caso, a la división del saber, necesaria para hacerlo asequible desde la perspectiva curricular, suele sumarse la disociación entre teoría y práctica. Los saberes fragmentados de un sector del conocimiento en el que todo está científica y matemáticamente explicado de antemano se desvinculan de los de otro sector donde se sabe con certeza que las cosas funcionan así, pero donde no se considera prioritario profundizar demasiado en los fundamentos teóricos.

Esta disociación conduce a que, por un lado, se calculen circuitos eléctricos en el papel y se compruebe indudablemente el cumplimiento de las leyes de Kirchoff, los teoremas de Thevenin, etc.; y, por otro lado, se verifique que en el centro de una conexión estrella no pasa nada aunque, intuitivamente, se presuma que debe producirse un cortocircuito.

Se suman así dos grupos diferenciados de certezas indiscutibles, las teóricas y las empíricas, en un campo de indiferencia mutua que conspira contra la significatividad y el interés del aprendizaje.

Si continuamos con el análisis, se verá que los saberes tecnológicos que en la realidad real tienden a agruparse cada vez más, interrelacionándose en torno a competencias para el desempeño en un medio rápidamente cambiante; en la realidad escolar, se muestran fuertemente divididos en los cuatro grupos expuestos en el esquema, escasamente interconectados entre sí.

En consecuencia, al seleccionar los contenidos de la Tecnología y orientarlos con finalidad educativa, es necesario cubrir los vacíos que genera la fragmentación de los diferentes saberes y modalidades.

Se trata de abordar el conjunto definido más arriba desde la complejidad, para que el alumno logre, dentro de la realidad escolar, generar competencias que le permitan operar para el desempeño real.

En ese sentido entendemos que, desde un punto de vista genérico, es necesario conocer la operatoria tecnológica en algunos aspectos esenciales, como son:

- a) **Modelización, sistemas de representación, diseño.** Para generar modelos simbólicos de diferente grado de precisión que vuelquen a un sistema gráfico la situación presente y, de ser posible, la situación que se pretende alcanzar; utilizando, además, el lenguaje oral y el escrito para describir posibles soluciones para una necesidad o problema, en conexión directa con Lengua y Matemática.
- b) **Metrología.** Para asignar relaciones cuantificables (dimensión estimativa del problema y de una o más de las variables significativas que intervienen en él); identificar las magnitudes involucradas en la situación problemática y la forma en que influyen en el producto o sistema; medir con diferente grado de precisión aquéllas consideradas fundamentales en una situación en particular, donde, la conexión más fluida es con Matemática y Ciencias Naturales.
- c) **Análisis de producto y proyecto.** Con la finalidad de identificar y prever soluciones para los problemas potenciales que podrían producirse en, con o derivados del funcionamiento del producto o proceso y la organización de los grupos para construirlo. Momento en el cual se establecen conexiones con el área de Ciencias Sociales, por sus implicancias de orden grupal, cultural, ético; etc.
- d) **Evaluación.** Orientado a comprobar el funcionamiento del producto o proceso, realizar eventuales modificaciones y ensayarlas, síntesis de las tres etapas anteriores y profundización de lo trabajado en cada una de ellas. Proponemos, por lo tanto:
 - Reflexionar y construir conocimiento sobre los aspectos que hacen a la: modelización y el dimensionamiento de la realidad (real o virtual), con la finalidad de acotarla y ordenarla de modo tal de poder operar sobre ella, incluyendo los núcleos conceptuales de metrología y sistemas de representación.
 - Considerar desde los procedimientos de la Tecnología, la puesta en acción de técnicas, metodologías de trabajo, prácticas sociales de referencia, antecedentes históricos, evolución e innovaciones que operan en la realización de un producto o proceso tecnológico, que debe ser evaluado con la realidad existente o propuesta. Además, incluimos aquí, el enfoque sistémico y los insumos de la tecnología.
 - Abordar la base de conocimiento técnico de una tecnología en particular que permita a los chicos adquirir el conocimiento relativo a la elaboración, funcionamiento y ensayo de productos tecnológicos y asociar, al hacerlo, el conocimiento científico matemático involucrado.

Retrocedemos un paso

Si analizamos lo expuesto hasta aquí con cierto detenimiento, se vislumbra la intención de nivelar una mesa que tiene tres patas de diferente altura.

Buscamos compatibilizar la lógica de trabajo del proyecto tecnológico tal como se da en la realidad (y como se expone en términos generales en los CBC), con la racionalidad operativa de la escuela, y con la integración de contenidos entre bloques del capítulo y entre distintos capítulos de los CBC.

Sabemos que la pretensión no es mínima; pero, como serrucho no hay, en lugar de cortar las patas más largas y nivelar hacia abajo, tratamos de agregar (contenidos) a las que en algún momento detectamos que están más cortas en este aspecto.

En otras palabras, como estamos haciendo la transposición didáctica¹⁸ de un proyecto tecnológico, a pesar de tener sumo cuidado para no introducir ningún tipo de solución preestablecida, es conveniente tener elaborada (como estrategia docente y aunque sólo sea al nivel de esbozo) alguna forma de solución viable para el problema propuesto, a la cual podemos denominar **solución inicial**.

Con esta base, en aquellos grupos de alumnos que, por cualquier causa, no logren articular una respuesta más o menos factible, podremos sugerir algunas líneas de acción para ajustar el trabajo¹⁹.



Tomemos un caso concreto. Para la consigna que estamos tratando, por ejemplo, el texto demanda el diseño y la construcción de algún tipo de organizador de datos. Una solución inicial, si pretendemos ayudar a un grupo empantanado puede ser la de alertarlos sobre pistas que están incluidas en el relato.

En este caso, a Wincy, que es el experto en construcciones, se le reclama la realización del organizador y se le dice que, para comenzar; es necesario cuantificar las magnitudes, y, para hacerlo, hay que conocer el diámetro de un *compact disc*.



Esto puede dar lugar a la construcción de una tabla que organice los datos, comenzando a tratar, a partir de allí, los contenidos que se sugieren para cada eje articulador.

Transposición didáctica

La escuela es la única institución que transmite conocimientos socialmente acumulados; pero, estos contenidos que se enseñan en su ámbito no son equivalentes a los conocimientos que genera la comunidad científica. Éstos –que conforman el saber-sabio– deben convertirse en saber-a-enseñarse. A este pasaje del saber-sabio a contenidos curriculares, a este proceso que “sufrir” un contenido desde que es producido por la comunidad científica hasta que llega a la clase, se lo denomina transposición didáctica.

¹⁸ La transposición didáctica abarca recortes epistemológicos, recortes político-educativos y, finalmente, adecuaciones al alumno que va a aprenderlos. A través de este proceso, el conocimiento que llega al “consumidor final” suele no tener que ver con el producido por los científicos. Por esto, Ives Chevallard (1985). La transposición didáctica. La pensée sauvage. Grenoble) proponer actuar con un alerta epistemológico y un alerta pedagógico para evitar deformaciones didácticas. La vigilancia epistemológica sería asumida por los científicos, quienes controlarían que los conocimientos que llegan al maestro y al profesor y, luego, a sus alumnos, no estén degradados, empobrecidos. La vigilancia pedagógica tendría que ver con la adecuación de los saberes a las posibilidades cognitivas de los chicos y a los problemas sociales que ellos necesitan resolver. Según Chevallard, la noósfera es la zona intermedia entre la sociedad –con sus instancias filtradoras: política del conocimiento y decisión epistemológica– y el sistema educativo; en esta zona se determina qué es lo que llega a la escuela –saber enseñado– y qué es lo que se “pierde”.

¹⁹ Habitualmente, este tipo de previsiones son muy útiles para aumentar la seguridad del grupo clase. Pero, en nuestra experiencia, muy pocas veces fue necesario apelar a la solución que habíamos elaborado previamente. El trabajo de los alumnos, casi siempre, logró soluciones más eficaces e imaginativas que las que habíamos preparado a modo de “ayuda”.

Avanzamos dos pasos

En nuestra segunda consigna de trabajo, el núcleo elegido como central es el de las unidades significantes de la tecnología y, como núcleo asociado, el de sistemas de representación, que incluye algunos aspectos de dibujo técnico.

Unidades significantes de la tecnología

Son los mecanismos sencillos que se utilizan para transformar o controlar materiales, energía o movimiento. Son considerados unidades por cuanto –aunque integren otros conjuntos o sistemas muy complejos, o presenten materiales, formas o utilizaciones muy novedosas– mantienen constante su principio de funcionamiento.

Actividad 15 La segunda consigna de trabajo

Antes de introducirse en nuestro análisis, le proponemos que detecte los núcleos conceptuales²⁰ en los que se sustenta la resolución del segundo problema: “Palancas no hay, ruedas tampoco... pero esto hay que moverlo”.

Los contenidos que es necesario integrar para solucionar con competencia el problema presentado comprenden desde el trabajo en equipo hasta las condiciones de seguridad; desde el uso de los materiales y las herramientas, hasta el ensayo del artefacto por medio de dispositivos especiales; desde la organización del trabajo hasta la discusión y la defensa grupal de las condiciones económicas que lo justifican.

A este gran conjunto, se integran los núcleos propuestos como asociados que, sin interferir con el núcleo central elegido y en relación con la consigna, profundizan la línea de acción dirigida al procesamiento de la información y las comunicaciones, haciendo cierto hincapié en los sistemas de representación gráfica.

Por otra parte, los alumnos tendrán que usar unidades significantes de la mecánica, tales como plano inclinado, palanca, polea, manivela, etc., que, a partir de su utilización serán su objeto específico de estudio.

Las unidades significantes a estudiar serán las necesariamente incluidas, de acuerdo a la solución inicial que bosquejamos, en un sistema que tenga como elemento principal del conjunto, a un triángulo de base variable.

Este ejemplo se ha considerado representativo, por cuanto puede estudiarse el triángulo como unidad en sí mismo, o bien, las unidades que aquél incluye, cuando se considera el mecanismo que conforma.

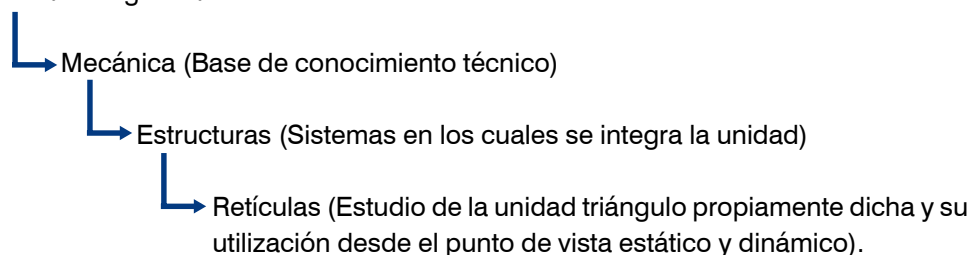
La elección de uno u otro caso para desarrollar el trabajo, se puede graduar de acuerdo al curso, las posibilidades, los recursos o los objetivos.

Es de hacer notar que las soluciones que logren presentar los alumnos para el problema que plantea la consigna, si bien podrán incluir diferente cantidad de estas unidades, dadas las características del trabajo, siempre integrarán un conjunto de ellas que serán similares y podrán ser tratadas como objeto de estudio común. Vale decir, aunque la consigna de trabajo es abierta y las soluciones múltiples, el contenido de estudio queda delimitado.

²⁰ Por ejemplo, desde la perspectiva de diferentes bases de conocimiento técnico, observamos que un interruptor ejerce la función de controlar la circulación de materiales, energía o información, independientemente de ser una canilla, una compuerta, un transistor, un relé, una curva que, en una cañería, actúa como sello hidráulico o un rombo que, en un cursograma, objetiva una decisión.

NÚCLEO PRINCIPAL DE CONTENIDOS

Unidades significantes



Veamos, entonces, con más detalle, los distintos aspectos que abarca la actividad.

Tal como dijimos, si bien la solución no está predeterminada, tampoco está librada a un número ilimitado de posibilidades que convertirían en muy dificultoso el proceso de enseñanza y dispersarían excesivamente el trabajo.

Tomemos, en principio, la forma en que está presentado el problema para ver por qué decimos que las soluciones están limitadas al núcleo de contenidos que hemos definido.

En una de las notas que envió el *grupto*, decía lo siguiente:

El artefacto deberá tener las siguientes características:

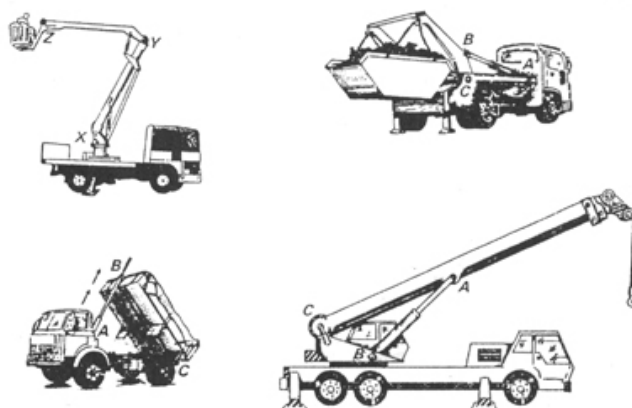
- Poseer no más de tres zonas de contacto con la superficie del terreno.
- Las zonas de contacto con el piso y/o sus soportes deben estar ubicados de modo tal que coincidan con, por lo menos, uno de los ejes de simetría del *grupto*.
- El mecanismo a artefacto que diseñen deberá tener algún sistema o mecanismo que permita controlar la dirección de desplazamiento del *grupto*.
- También es necesario instalar en el artefacto un componente que actúe como freno.
- El *grupto* debe tener un despeje del piso no menor a 15 cm.
- Consideren que para levantar el *grupto* no pueden introducir un elemento entre éste y el terreno.

Dentro del conjunto de los datos que se ofrecen, están incluidos aquellos que limitan las condiciones de diseño para el artefacto a construir, en el marco que pretendemos dar a la actividad.

Entre todas las limitaciones, la última, que no permite introducir ningún tipo de elemento entre el cajón y el terreno, es la que induce a construir, como solución inicial, un triángulo de base variable. Éste será el foco de la atención desde el punto de vista del contenido específico, por cuanto la intención es estudiar esta unidad significativa como elemento fundamental en cantidad de mecanismos y su comportamiento desde el punto de vista tanto estático, como dinámico.

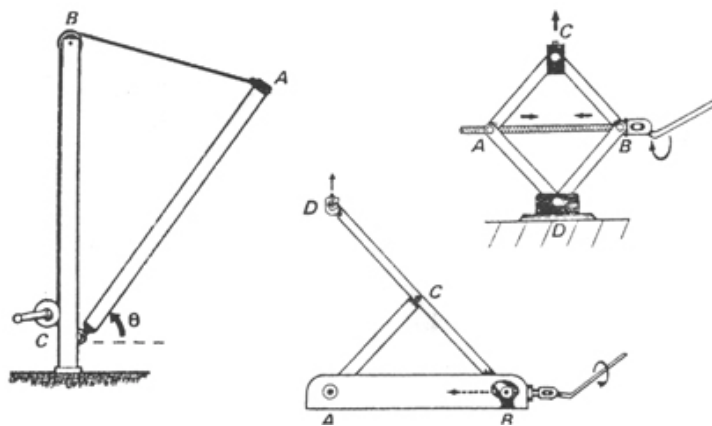
Una vez que la información fue analizada y organizada, que el problema fue caracterizado y definido, y cuando surjan las posibles soluciones, en la etapa de diseño, es factible invitar a nuestros alumnos a buscar en los mecanismos de la realidad aquellos que levantan objetos pesados sin interponer ningún elemento entre el objeto y la base de sustentación:

Cuando la unidad estudiada está vinculada al transporte o al movimiento de materiales entre puntos distantes o elevados, como los que se presentan a continuación en los distintos vehículos:



Bolt, Brian. 1992. Matemáquinas. La matemática que hay en la tecnología. Labor. Barcelona.

Cuando ese mismo criterio está aplicado al movimiento de cargas sobre un eje fijo y altura escasa:



Bolt, Brian. 1992. Matemáquinas. La matemática que hay en la tecnología. Labor. Barcelona.

Cuando han sido obtenidos los datos pertinentes a esta parte del problema, debemos encauzar las eventuales soluciones hacia aquéllas que estén dentro de nuestras posibilidades operativas, con lo cual, nos enfrentaremos (y enfrentaremos a nuestros alumnos) a otra limitación incluida en el diseño de la consigna: los materiales disponibles.

Volvamos al texto del problema. Para los materiales, se definían como disponibles, los siguientes:

- Caños con extremos roscados.
- Curvas para caño de 90° rosca H-H.
- Varilla roscada de un metro de longitud.
- Tuercas para varilla roscada.

- Planchuelas de hierro y de aluminio.
- Herramientas apropiadas e insumos para trabajar con los materiales disponibles.

– *Tenemos de todo, salvo lo más necesario, –dijo Wincy.*
 – *¿Qué nos falta?* –preguntó Ramos.
 – *Algo para soldar* –contestó Wincy, con gesto de abatimiento.

Se establecen aquí dos limitaciones diferentes: las de los materiales propiamente dichos y las relativas a sus formas de unión.

En el primer caso, se determinan algunos materiales con su denominación comercial escasamente especificada (nueva exploración en el ámbito externo a la escuela); y, en el segundo, se circunscribe la forma de unión a tornillos, bulones y agujeros.

Llegados a este punto, contaremos con más datos, con los cuales realizar:

- nuevamente, alguna tarea sobre las formas de organizar la información;
- un análisis más o menos detallado de los materiales disponibles y las herramientas vinculadas a ellos; y
- la descripción de algunos materiales y herramientas, sus características y condiciones de uso, y sus denominaciones comerciales.

Nos introducimos así en la etapa de concretar el modelo a escala, donde no sólo se enfatizarán los aspectos constructivos del objeto diseñado, sino también la problemática relativa a los materiales que identifica la consigna.

Es probable que, en este último aspecto, haya que establecer algunos puntos de negociación por que las condiciones impuestas a los materiales, no necesariamente coinciden con las de la realidad a escala comercial.

Ante esa situación, entonces, será necesario buscar las soluciones de compromiso que cumplan la mayor cantidad de las condiciones establecidas.

Como se puede ver, a pesar de tratar un núcleo conceptual central, en todos los casos, se van tomando en cuenta algunas cuestiones laterales que se refuerzan una y otra vez y que, aunque se traten nada más que desde el punto de vista procedimental, implican un acercamiento conceptual para, en el momento que se considere oportuno, realizar sobre ellas un tratamiento más profundo.

Esta forma de tratar los problemas complejos supone considerar, en algunos puntos del recorrido didáctico, dos aspectos que hacen a la integración y a la significatividad:

- una tarea analítica en la que las temáticas (contenidos conceptuales de aprendizaje) se tratan de manera secuencial y donde se aporta al análisis, a la precisión y/o a la profundización;
- un abordaje generalizador o global, desde el cual los contenidos de aprendizaje se consideran en forma simultánea y contextualizada, como un modo de trabajar sobre la integración y la síntesis.

En el primer caso, el análisis, la precisión y/o la profundización se obtienen en el campo de cada especialidad y a partir de la lógica particular de aprendizaje de cada una de ellas.

En el segundo caso, el aspecto integrador de los contenidos en una estructura de síntesis, se alcanza trabajando con ellos desde un punto de vista sistémico, lo que implica que en lugar de: “detallar A de forma de facilitar la comprensión de B, estudiado a su vez detalladamente para que se pueda abordar C [sea posible], por el contrario, volver varias veces, pero a niveles diferentes, sobre lo que debe ser comprendido y asimilado. Abordando los contenidos que haya que enseñar por toques sucesivos. Siguiendo un trayecto en forma de espiral: se hace una primera vuelta del conjunto del tema a fin de delimitarlo, de evaluar sus dificultades y los terrenos desconocidos. Posteriormente, se vuelve con mayor detalle aun a riesgo de repetirse. [Y donde es aconsejable] evitar definiciones demasiado precisas que pueden polarizar y anquilosar la imaginación. Un concepto o una ley nueva deben estudiarse según ángulos diferentes y en diferentes contextos. Esto conduce al enriquecimiento mutuo de los conceptos en virtud de estos esclarecimientos indirectos, más que a la utilización mecánica de una definición”.²¹



Nos detenemos por un momento

Actividad 16 **Síntesis**

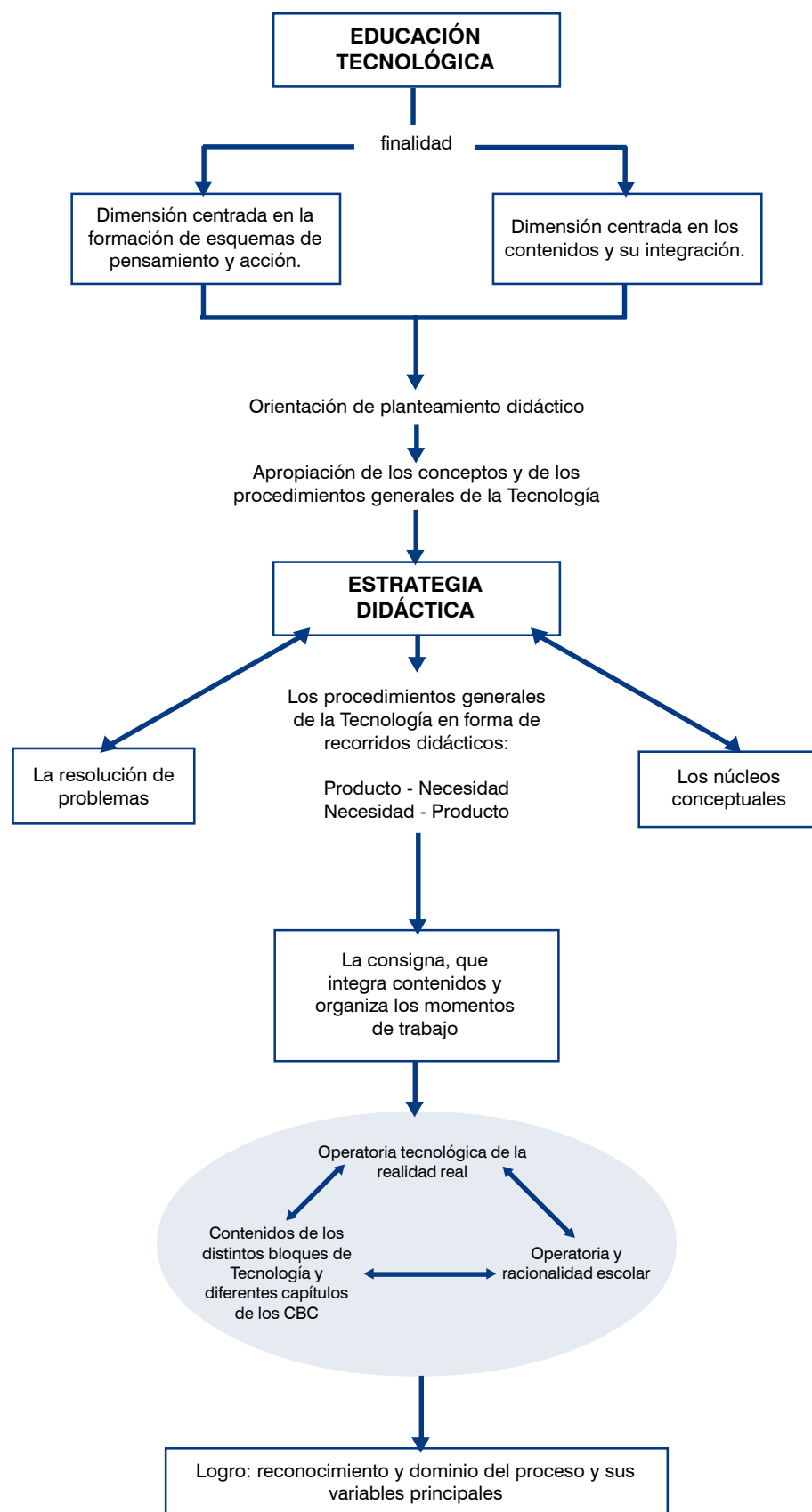
Trate de resumir el camino transitado hasta aquí a partir de un cuadro o esquema de contenidos. En la página siguiente, le acercamos nuestra propuesta de síntesis.

Si analizamos los organizadores propuestos, la estructura de las consignas y las dimensiones a tratar en los contenidos, podremos verificar que la búsqueda permanente consiste en desplazar el eje de trabajo entre el objeto concreto y la actividad simbólica, en el camino de vincular la tecnología a los procesos de integración de contenidos por medio de actividades de análisis y síntesis, más que a los productos tecnológicos sobre los cuales centramos nuestra atención para realizar esas actividades.

En esta instancia del proceso educativo, básicamente alfabetizadora, vincular la tecnología solamente a los productos derivados de su acción, implica una restricción doble: la de atar los conocimientos a las posibilidades de adquirir aquellos productos (tangibles o no) para estudiarlos y trabajar con ellos, y la de aferrarse a técnicas específicas para el manejo de dichos productos que, al evolucionar o cambiar radicalmente, convierten en inoperables los conocimientos adquiridos.

La globalización, la evolución de los programas informáticos y los subproductos derivados, pueden dar buenos ejemplos para fundamentar estas premisas.

²¹ de Rosnay, Joel. 1988. *El macroscopio*. AC. Madrid.



Dentro del planteamiento didáctico general, usted habrá encontrado algunas precisiones en la segunda parte de nuestro módulo **Tecnología Finalidad educativa y acercamiento didáctico**, especialmente en los aspectos referidos:

- al análisis de productos y
- al proyecto tecnológico.



Aquí, insistiremos sobre otro aspecto que consideramos fundamental para el tratamiento de los contenidos del área, la **resolución de problemas**.

Desde nuestra perspectiva, entendemos que el proceso de resolución de problemas, asociado a otras estrategias (por ejemplo, la simulación y la modelización, constituyen una poderosa herramienta de aprendizaje para dominar el Proyecto Tecnológico, una de las columnas del área.

En el ámbito escolar, resulta insustituible como forma de planteamiento curricular dado que convergen allí, en forma reiterada y permanente, entre otras, las necesidades de:

- utilizar la información disponible de modo tal que, con un proceso de análisis intermedio, se convierta en producción de nueva información: a partir de una serie de datos, surge una determinada caracterización del problema;
- actual de forma individual de modo tal de lograr, por medio de la intersubjetividad, el aporte de diferentes perspectivas orientadas a la resolución del problema: discusiones, consulta de documentación, análisis de productos, etc.;
- realizar un proceso de toma de decisiones que, en forma sucesiva, se manifiesta en productos concretos, según la etapa del problema: esquemas orientadores, planos. Modelos a escala, ensayos de funcionamiento, etc.

Hablar de situación problemática como recurso didáctico no suena demasiado novedoso. Sin embargo, podemos detenernos y hacer un breve análisis de la cuestión.

EL problema, como se lo trata comúnmente en el ámbito escolar, es una situación que sobreviene como consecuencia de problematizar un resultado ya conocido. En otras palabras: “Dame una solución que yo te genere un problema”.

Lo que estamos proponiendo es sustancialmente diferente, se trata de identificar, reunir y relacionar las variables que hacen a un problema cuya solución estamos buscando.

Esa búsqueda –tarea conjunta del alumno trabajando grupalmente y con el docente– se concreta en una construcción conceptual que, además e ineludiblemente, genera un producto, tangible o no, cuyo funcionamiento es posible verificar.

La resolución de problemas tecnológicos tiene relación directa con la decisión humana de satisfacer necesidades administrando la escasez y creando lo que no existe allí donde hace falta.

Es poco conducente entonces plantear la enseñanza y el aprendizaje de la Tecnología sólo desde un punto de vista del estudio de lo hecho. Sería ésta una perspectiva histórica que más que nada apunta a repetir que a crear nuevos caminos. Centra su esfuerzo en observar el pasado antes que preparar para enfrentar el futuro.

Entendemos que si la tarea escolar presenta una “situación problemática” al final de la cual necesariamente hay un producto ya definido, por ejemplo: “Las mesas de trabajo están ocupadas en su mayor parte por las mochilas y la ropa de los alumnos, hace falta fabricar un producto para solucionar este problema”, es casi seguro terminar en un perchero.

Es decir que, si a partir de los términos en que está planteada la situación o las variables que entran en juego, la solución está predeterminada, o no existe, el problema (y, mucho menos, en términos educativos) tampoco estará presente.

Acceder al conocimiento para la resolución de un problema tecnológico no es trabajar sobre lo conocido, sino sobre una articulación diferente del conocimiento disponible en una estructura de síntesis.

Desde la fundamentación teórica, el asunto no es precisamente una novedad:

La observación de las consecuencias del cambio tecnológico origina interrogantes sobre hasta qué punto el pasado es útil para crear conocimientos que permitan entender el mundo actual. ¿Hasta qué grado tal inmersión en la tradición obnubilará y condicionará el entendimiento de lo nuevo al ligar la mente a conceptos y formas de pensamiento que ya no tienen aplicación? Es necesario pensar en términos de causas y consecuencias múltiples, para lograr una capacidad para tratar las ambigüedades e incertidumbres del futuro en lugar de las certezas con referencia los fenómenos pasados.²²

No se trata de repetir cosas hechas, sino que procuramos mirar hacia el futuro aprendiendo de la tecnología, por sobre todas las cosas, una lógica de funcionamiento; la que, como construcción social, integra contenidos de análisis de los datos disponibles, diseño, construcción y evaluación de productos tecnológicos y sistemas técnicos orientados a la creación de nuevos productos o procesos.

Para resolver un problema, generamos modelos de representación que incluyen datos, conocimientos, hipótesis previas, valores, prejuicios, etc. y que suponen su delimitación como tal.

Si el modelo de representación incluye y coordina la cantidad suficiente de variables pertinentes, inmediatas y mediatas, el margen de seguridad de que será resuelto eficientemente en primera instancia, aumenta. En caso contrario, disminuye.

En otros términos, si de la valoración de la situación y las variables que entran en juego, no se pueden derivar acciones que representen diferencias en el valor del resultado, el problema tecnológico no es tal.

La solución de un problema implica, como mínimo, las siguientes variables:

²² Taba, Hilda. 1974. *Elaboración del currículo. Teoría y práctica. Troquel. Buenos Aires.*

- Los datos accesibles que, en primera instancia y considerados en forma individual o interrelacionada, pueden ser: conocidos, desconocidos, controlables, incontrolables.
- Los recursos disponibles que condicionan el problema con distintos tipos de restricciones.
- El contexto en el cual el problema se desarrolla, que incluye cuestiones sociales, ambientales, productivas, económicas, etc.
- Las personas involucradas en la solución del problema, que son quienes –a partir del modo en que perciben las variables en juego y su contexto– definen el problema y orientan la solución de un modo particular y específico, generando los diferentes modelos y cursos de acción para lograr la solución.

En esta situación, el problema nace de la duda, de la imposibilidad de determinar con certeza que el modelo que se ha generado y el curso de acción que se adopte a partir de éste, asegura la maximización positiva del resultado.

Se requieren entonces, para generar resultados educativos al enfrentar y resolver un problema, algunas condiciones particulares que acerquen la situación escolar (modelizada), a la situación para el desempeño social (real). Proponemos como base mínima y entre otras:

- El desconocimiento de alguna de las variables que influyen sobre el problema o su comportamiento.
- La duda sobre la eficacia del curso de acción adoptado para alcanzar la solución.

Lo sustancial, sobre todo desde el punto de vista educativo, es la potencia de los problemas para elaborar conceptualizaciones que lleven a procesos que permiten definirlos, antes que a procedimientos que logren resolverlos. Estos últimos surgen necesariamente como consecuencia de los primeros, pero aprenderlos como un fin en sí mismo sin aquel paso inicial es condenarse a la repetición de lo realizado por otros.

Para esto, no necesitamos reinventar la pólvora, como se puede ver en las consignas de trabajo que presenta *La larga marcha...* es factible plantear a los alumnos situaciones enriquecedoras, para las cuales no se requiere el equipamiento de la NASA y que pueden concretarse en ámbitos muy diversos con resultados apreciablemente satisfactorios.

Avanzamos otro paso

Luego de construido el *transgrupto* que, según nuestra experiencia, habrá permitido generar diferentes soluciones, especialmente en lo referente al sistema de dirección y frenos, surge la pregunta: “Y, ahora... ¿cómo sigo?”

Desde nuestra perspectiva, se presentan al docente de Tecnología dos grandes líneas de acción: profundizar el desarrollo del trabajo, complejizando los aspectos ya estudiados, o derivar hacia otro tipo de problemas, conexos, pero de diferente índole.

Con la finalidad de mostrar más claramente la forma en que se abordan los contenidos a partir de los núcleos conceptuales, desarrollaremos la posibilidad de tratar las dos alternativas de manera simultánea.

Como expusimos reiteradamente, una línea de trabajo fundamental está orientada al procesamiento de la información. En la primera consigna, este tema constituye un núcleo principal que se concreta operando con contenidos de metrología:

A partir de los datos de la consigna, se requiere organizarlos con la finalidad de solucionar el problema. Para hacerlo es necesario considerar si la lectura de dichos datos se puede hacer en forma directa o indirecta y, finalmente, hacerlo en función de las variables que es necesario identificar. Un ejemplo de clasificación, puede ser la siguiente grilla:

	DATOS INDIRECTOS	DATOS DIRECTOS
DIMENSIONES	<ul style="list-style-type: none"> - Alto (H): 18 Ø de CD. - Largo (L): 3 H - Ancho (I): 3 H / 2,25 - Volumen (V): L x I x H 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 Ø de CD: 12 cm. - Altura (H): cm. - Largo (L): cm. - Ancho (I): cm. - Volumen (V): cm³.
PESO	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de objetos: 275 - Cantidad de objetos p.e. medio: - Cantidad de objetos p.e. mediana: - Cantidad de objetos p.e. moda: - Aceleración de la gravedad: 9,81 m/seg² x 0,89. 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen (V): cm³. - Peso específico H₂O: - Aceleración de la gravedad: cm/seg²

Es necesario, aún en el caso de proveer a los alumnos el ejemplo ya desarrollado, generar un cierto nivel de reflexión en base a las ambigüedades que presentan los datos, por ejemplo, en tres aspectos:

- la precisión sobre el número de objetos que comprende el valor medio; su relación directa con el margen de error que se menciona en el texto; y su influencia en el orden de magnitud que estamos tratando;
- el volumen ocupado por los objetos, ¿es volumen realmente ocupado? ¿o es volumen aparente?; y, en cualquiera de los dos casos, su relación directa sobre el peso del cajón;
- los conceptos relativos a medida y dimensión dado que la tabla construida establece tres dimensiones vinculadas únicamente a las tres direcciones del espacio- introduciendo una definición tal como: medida es la cuantificación de una dimensión. E interrogándose acerca de la pertinencia de ella para el caso del peso.

Puede observarse que, independientemente de estructuración que se fije a la consigna de trabajo y a los datos relativos a la misma, siempre existen formas de organizar la situación de aprendizaje en un contexto de indagación y reflexión activa sobre los contenidos.

En la segunda consigna, está presente como núcleo principal el **procesamiento de la Información** y se manifiesta, sobre todo, a través de la interpretación de datos a partir de los cuales es factible generar un planteo relativo a unidades significantes, que son las que proveen los contenidos a considerar en la actividad constructiva.

La tercera consigna retoma ambos núcleos como principales, con lo cual profundiza su tratamiento y encara, como núcleos asociados, otros que ya fueron trabajados en las anteriores.



Actividad 17**Los núcleos conceptuales de “¿Solo... ? No es fácil”**

Le proponemos detectar los contenidos incluidos en esta tercera consigna de la *La larga marcha...*

El problema que orienta el tratamiento de los contenidos está planteado en dos lugares del texto; uno como parte del relato, y otro con formato de consigna, de la siguiente manera:

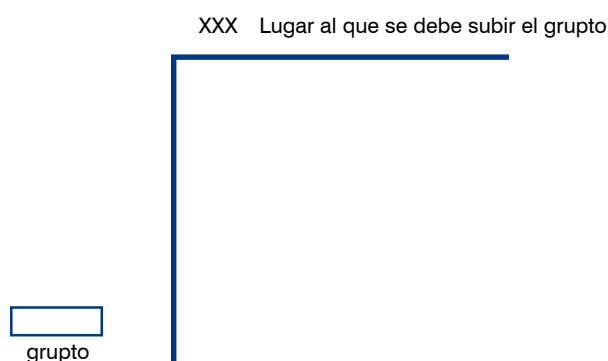
Wincy, tomó la decisión de respetar su cansancio y comenzó a trabajar solo; construyó una soga con los recursos provistos por el *grupto* y subió para arrojarla. Volvió a bajar y ató el *grupto*; subió otra vez y comenzó a tirar. Probó varias veces, pero, en todas los intentos que realizó para subir el *grupto*, el cansancio lo venció antes de que la carga hubiera realizado un décimo del recorrido; finalmente, se dijo:

– ¿Qué diría de esta situación el gran tecnólogo dormido? –Y se contestó– *Lo que ya sé muy bien qué tengo que hacer pero que, particularmente, a mí me gusta tanto como apretarme los dedos con una puerta, es:*

- *reunir y organizar la información disponible,*
- *plantear el problema y la situación general, sobre la base de la información relevante,*
- *traducirlo en términos operativos; o sea, esquematizar el problema y establecer los pasos necesarios para resolverlo.*

– *No hay otro remedio...*

Wincy, entonces, dibujó y escribió:



Pasos a seguir:

1. Organizar y jerarquizar la información disponible.
2. Identificar, definir y caracterizar, por escrito, el problema que se presenta.
3. Idear y esquematizar, como mínimo, tres formas posibles de solucionarlo.
4. Elegir la forma más apropiada para llegar a la solución y justificar la elección realizada.
5. Diseñar un artefacto que solucione el problema caracterizado, utilizando unidades significantes de la mecánica y calcular los esfuerzos máximos que deberá soportar.
6. Construir, con los materiales a disposición, un modelo a escala del artefacto diseñado.



En la primera parte, los datos se presentan del modo habitual, con la finalidad de definir y caracterizar el problema; y, en la segunda, se aportan referencias (con el bosquejo y la secuencia de acciones) para orientar la realización de algunas de las tareas que se solicitan.

Como se parte de la idea de que en las consignas anteriores ya se establecieron las bases para trabajar con cierta fluidez sobre los aportes informativos, en ésta, en consecuencia, se demandará un grado mayor de precisión sobre los contenidos que se refieren a la representación gráfica de las soluciones que se propongan.

Allí se introducirán, inicialmente, los conceptos referidos a normalización y su necesidad, como una manera de transmitir información técnica de modo unívoco.

Un recurso que ofrece resultados fácilmente comprobables en este sentido, consiste en proponer un intercambio entre los grupos conformados donde cada uno construya el artefacto en base a los planos y/o la información técnica elaborados por otro grupo (una contratación a terceros).



Con respecto a las unidades significantes de la mecánica, a partir de lo expuesto en el punto cinco, se retoman los contenidos correspondientes, se profundizan los trabajados y se presentan algunos nuevos y, en todos los casos, se hace aporte de contenido y demanda de precisión en su tratamiento, por cuanto se solicita calcular los esfuerzos máximos que deberán soportar las unidades que intervengan en la solución.



Sobre el particular, la solución inicial está orientada de manera tal que aparezcan, como mínimo: la palanca, la polea, la manivela, el aparejo y el trinquete. En más de una oportunidad, al llevar a la práctica esta consigna de trabajo,

la solución incluyó también un plano inclinado sobre el cual se deslizaba la carga que era izada por medio de una polea y una manivela.

Nótese que no hay datos relativos a la altura que debe salvar la carga, ni a los materiales a disposición; quedan a criterio del docente las precisiones sobre ellos.

Respecto del primer factor enunciado, muy pocas veces fuimos consultados respecto de la altura y toda la discusión giró en torno de la décima parte del recorrido.

En el segundo, casi siempre trabajamos con cartón, maderas delgadas, hilos, herramientas y elementos de unión apropiados a ellos. En otras ocasiones, utilizamos el elemento de unión como restricción adicional (por ejemplo, limitándolo a un solo material de unión, fuera éste pegamento, tornillos y tuercas o remaches), de modo tal de trabajar estructuras en la consigna posterior.



De todos modos, desde cualquiera de las perspectivas, la posibilidad de profundizar el trabajo es muy amplia y variada.

Un momento apropiado para lograr amplitud en el tratamiento de contenidos se presenta de modo especial, a nuestro juicio, en el punto en que deben verificarse las condiciones relativas al ensayo.

En ese momento, cuando sea necesario medir y verificar el cálculo de los esfuerzos que se solicita en el punto cinco, es factible apelar, para realizar esta tarea, a los recursos de la informática; desde un simple procesamiento de datos por medio de un programa específico, hasta la adaptación o el desarrollo de las interfases necesarias para evaluar las mediciones.

Actividad 18 **Organización de contenidos**

Hemos planteado hasta aquí un primer análisis de las consignas en que se divide *La larga marcha...* Pero no de todas.

Su tarea consistirá en seleccionar una de las que no hemos abarcado:

- Se vino la noche.
- La realidad... es aplastante.
- Se necesita una solución penetrante.

Una vez seleccionada la consigna, le proponemos que complete un organizador de contenidos donde se manifiesten el ordenamiento y la complementariedad que es necesario considerar entre los conocimientos científico-matemáticos y los tecnológicos.

El organizador que utilizamos habitualmente, es una propuesta que puede servirle para tal fin:

Actividad o consigna:		
ARTICULADORES DE LA ACTIVIDAD	Conocimientos tecnológicos	Conocimientos científico-matemáticos
DISEÑO		
PROYECTO CONSTRUCTIVO		
CONSTRUCCIÓN		
ENSAYO		

SOBRE LA REPARACIÓN DE AVERÍAS Y LOS CRITERIOS IRRECONCILIABLES

La escucha atenta y paciente de Iberlucea, sus comentarios tranquilizadores y su flexibilidad para tratar los conflictos, ya estaban poniendo en cauce un problema gestional que amenazaba tornarse incontrolable.

La iniciativa de Ernesto y Natalia, pasada la sorpresa inicial, generó una reacción en cadena. Lo extraño de la propuesta, la falta de explicaciones adecuadas y la perspectiva de complicaciones a plazo fijo a una tasa de interés muy alta, habían sembrado serias reservas aun en aquellos docentes habitualmente “aliados” de los cambios.



La situación fue rápidamente capitalizada por los “históricos” que, en minutos nada más, armaron una contraofensiva para dejar todo como estaba.

Iberlucea ya llevaba más de dos horas de conversación que giraba por los carriles habituales:

– *Coincidirán conmigo en que hace falta promover cambios permanentes para adecuar nuestra propuesta educativa a un mundo que evoluciona muy rápido. Justo en estos días recordaba una idea que no sé muy bien si es de Popper o de Papert donde decía que un cirujano del siglo pasado transplantado a un quirófano actual no sabría por dónde empezar para hacer su trabajo; pero, si hiciéramos el mismo ensayo con un docente no tendría ninguna dificultad. Si esto es así –y sabemos que en la mayoría de los casos es así– quiere decir que no hemos evolucionado demasiado.*

– *Sí; pero, el cirujano actual se formó con el viejo método: libro y examen riguroso donde no pase cualquiera; –se apuró a contestar Rimoldi a quien todo lo que incluyera palabras tales como cambio, tercer milenio, siglo veintiuno, computadora, multimedia, hipertexto o Internet le producía urticaria.*

– *Es cierto, eso es lo que hizo para graduarse; pero, también es cierto que la mayor parte de lo que necesitó para desempeñarse en la sociedad no lo aprendió en los ámbitos educativos formales. Creo que podríamos buscar algunos puntos intermedios entre los métodos escolásticos del siglo dieciséis y la última palabra impronunciable como símbolo de modernismo.*

Las críticas comenzaron a cambiar de dirección, y a centrarse en aspectos más concretos con lo cual ya se podía pensar en soluciones. Caplan, pilar del área de informática, fue quien tomó la palabra:

– *Sabés muy bien que no me opongo a los cambios; es más, los defiendo fervorosamente, pero impugno algunas de las formas en que se los quiere hacer. La cuestión de la novela, precisamente, no me parece lo más apropiado. Pensá que al chico al que no le guste esa dichosa marcha –al que entiendo bien porque a mí tampoco me gusta– tiene la doble dificultad de luchar con el contenido y remontar el disgusto de tener que leer algo que no le interesa. Ya lo está predisponiendo en contra del aprendizaje.*

El principio de acuerdo no tardó demasiado. Con el disgusto de unos pocos profesores que siguieron mascullando su oposición a ultranza referida a que tamaño despropósito ingresara jamás en sus cátedras, la mayoría quedó satisfecha cuando Iberlucea propuso:

– Si con los contenidos no tienen demasiadas diferencias, la cuestión pasa por el planteo metodológico. Propongo que, además, el equipo de trabajo redacte las mismas consignas, fuera del marco de la novela y, en última instancia, trabajar sólo sobre la adecuación de contenidos. Vale decir, podemos poner en práctica tres formas diferentes de acceder a los contenidos y, paralelamente, comparar resultados. A partir de allí podemos reanudar la conversación.

Natalia, Ernesto, Dante y Lelia redactan, entonces, las consignas de trabajo fuera de *La larga marcha*...

1. La balanza está inventada... Pero no se puede usar

En una empresa de transportes, nos enfrentamos con el siguiente problema:

En el centro del playón de maniobras apareció esta mañana un contenedor que nadie sabe muy bien cómo ha llegado a ese lugar.

Como el aspecto que presenta, salvo por el color (un amarillo brillante), no difiere de un contenedor normal, se adoptó la resolución de trasladarlo a un costado del playón, continuar con el trabajo habitual y, mientras tanto, averiguar cómo ha llegado hasta allí.

La decisión fue acertada, pero el problema no era tan sencillo. A pesar de haber apelado a los autoelevadores más grandes y potentes, no ha sido posible desplazarlo ni siquiera un milímetro.

Se intentó de diferentes maneras pero resultó imposible abrirlo, moverlo, introducir una cuña o palanca entre el contenedor y el piso, y saber qué tiene adentro.

En el intercambio de ideas que se produjo entre quienes están tratando de solucionar el problema se llegó a la conclusión de que lo más operativo, antes de seguir buscando la forma de levantar el contenedor, era hallar una forma de averiguar cuánto pesa.

Si no fuera por la forma que tiene, cualquiera hubiera pensado que era una nave extraterrestre; sobre todo, cuando sobre una de las paredes laterales del contenedor (o lo que sea) apareció un cartel con la siguiente información.

La longitud del contenedor es el triple de su altura (la altura es equivalente a 18 diámetros de *compact disc*) y $2\frac{1}{4}$ veces el ancho. Tiene ocupado, en este momento, sólo el 87% de su volumen interno.

El contenedor propiamente dicho pesa $\frac{1}{10}$ de la carga que tiene y posee en su interior 275 objetos diferentes cuyo peso difiere entre sí, en todos los casos.

El peso promedio de los objetos es de 1,26 Kg.

La mediana del peso de los objetos es de 1,46 Kg. Y la moda, que corresponde al 35% de los casos, se ubica en 1,09 Kg.

La aceleración de la gravedad en este lugar equivale a 0,89 de la aceleración de la gravedad terrestre a nivel del mar y el peso específico del agua tiene el mismo valor que suelen adjudicarle ustedes habitualmente.

Por lo tanto, deberán hacer la correspondiente traducción de los datos.

El margen de error que pueden cometer en los resultados que logren, no puede superar el + 5%.

Mientras no conozcan el peso del contenedor, no podrán acercarse a él y toda la operatoria de la empresa quedará bloqueada.

Las entregas están atrasadas; no cumplir con los plazos implica fuertes multas. El encargado comienza a gritar:

– ¡Si no despejamos la playa, no podemos mover un solo camión! ¡Los pagos son contra entrega de la mercadería! ¡Si no entregamos, no cobramos! Muchachos... a trabajar. ¿Cuánto pesa este cajón autoritario? Si no solucionamos rápido este problema, vamos a tener muchos otros.

2. Palancas no hay, ruedas tampoco... Pero esto hay que moverlo.

Con la presión constante del encargado de la playa y después de muchas conjeturas y tribulaciones, se logró determinar el peso del raro contenedor. Entretanto, se debatía sobre la forma de levantarlo, dado que en ningún momento fue posible introducir algún elemento entre el contenedor y el piso.

Dos cuestiones llamaron poderosamente la atención de todos, la rara textura de la superficie y el hecho de que por ninguna parte, ni siquiera en los vértices de unión, se podía observar la más mínima fisura del material; parecía ser macizo y construido en una sola pieza.

Para seguir sumando extrañezas, la leyenda escrita con los datos para calcular el peso que había aparecido en uno de los laterales, comenzó a desplazarse al estilo de un cartel electrónico publicitario, dando lugar a otra más grande que la anterior:

Ahora que han logrado determinar el peso, están en condiciones de comenzar a solucionar el problema.

Están frente a una cuestión muy difícil: trasladar un *grupto* de un lugar a otro.

Yo soy un *grupto*.

Aunque no lo parezca, la cuestión de la superficie por donde debo desplazarme es relativamente sencilla y, para que no pierdan tiempo, les informo que, en cualquier lugar donde me apoyo el terreno adquiere, inmediatamente, en un radio de diez metros a mi alrededor, una consistencia que –para la forma en que ustedes entienden la realidad– pueden considerar rocosa: excavar o hundirse es imposible.

¿Por qué les informo esto? Porque para transportarme deben construir un artefacto, utilizando únicamente los elementos que les indicaré.

El artefacto deberá tener las siguientes características:

- Poseer no más de tres zonas de contacto con la superficie del terreno.
- Las zonas de contacto con el piso y/o sus soportes deben estar ubicadas de modo tal que coincidan con, por lo menos, uno de mis ejes de simetría.
- El mecanismo a artefacto que diseñen deberá tener algún sistema o mecanismo que permita controlar la dirección de desplazamiento.
- También es necesario instalar en el artefacto un componente que actúe como freno.
- Mi base debe tener un despeje del piso no menor a 15 cm.
- Consideren que para levantarme no pueden introducir ningún elemento entre mi estructura y el terreno.

Es necesario que, previo a la construcción, completen el diseño y calculen la fuerza que deberá soportar cada uno de los elementos que vinculen el *grupto* al piso, la fuerza que se ejercerá en cada punto de unión *grupto/artefacto* y entre cada punto artefacto/piso.

Estoy capacitado para proveerles un equipo similar al que ustedes diseñen y construyan con los materiales y herramientas disponibles, siempre y cuando me suministren un equipo similar, que funcione y que este construido en escala 1:20.

El plazo para entregarme el calculo y el diseño terminado no es ilimitado (suelo ponerme impaciente). Además, cuando estoy tanto tiempo detenido en un lugar, comienzo a sentirme –como dirían ustedes– entumecido y no quieren pensar lo que para mí significa estirarme.

Por lo tanto, ruego velocidad y diligencia para cumplir las tareas; les adjunto la lista de materiales que pueden utilizar para construir lo que podríamos denominar el *transgrupto*:

- Caños con extremos roscados.
- Curvas para caño de 90° rosca H-H.
- Varilla roscada de un metro de longitud.
- Tuercas para varilla roscada.
- Planchuelas de hierro y de aluminio.
- Herramientas apropiadas e insumos para trabajar con los materiales disponibles.

A esta altura de los acontecimientos, el encargado había pasado del color violeta al verde rojizo, miró al azorado grupo y dijo:

– *Me parece que ya no soy más el que da las órdenes. En este lío estamos metidos todos por igual. Si quieren, puedo colaborar para organizar el trabajo.*

Ante el asentimiento general, comenzó a revisar la lista y hablar en voz alta:

- *Tenemos de todo, salvo lo más necesario.*
- *¿Qué nos falta?* –preguntó uno del grupo.
- *Algo para soldar.* –contestó con gesto de abatimiento.

En un instante, todo el grupo intercambiaba ideas sobre la forma de eludir esta imposibilidad; ya nadie pensaba sobre la extraña situación a que los había conducido el mucho más extraño artefacto; sólo trabajaban para solucionar el problema lo más rápido posible.

3. Se hizo la noche

El premio a tanto esfuerzo llegó; el modelo a escala (de un artefacto que, como se utilizaría para transportar un *grupto*, todos acordaron con el mensaje en denominar *transgrupto*) funcionó a la perfección con unas leves modificaciones posteriores al ensayo. Un rato después, como por arte de magia, apareció el modelo amaño natural.

Fue instalado en el lugar correspondiente y ahora, con sumo cuidado, el *grupto* fue trasladado hasta el rincón posterior de uno de los galpones más grandes y alejados, dentro del enorme predio de la empresa de transporte.

El sistema de dirección produjo un par de inconvenientes; pero, fueron rápidamente superados. Faltaban escasos metros para llegar el lugar donde se esperaba depositar el *grupto* para, si fuera posible más tarde (según habían convenido en el equipo de trabajo), averiguar de qué se trataba.

Repentinamente, todos los que estaban en la tarea, sintieron como si hubieran sido empujados hacia adelante. A partir de ese instante, penetraron en una oscuridad tan densa que se diría que podía palpase.

Una señal luminosa apareció, entonces, en la pared del *grupto*, en el lateral donde surgieron las leyendas anteriores. El grupo de personas se dirigió hacia allí y se agolpó para leer.

En ese momento, sobre el frente del *grupto* se encendió una luz y, a nivel del piso, apareció una mesa con herramientas, materiales y piezas extrañas que, los más decididos, corrieron a inspeccionar.

La leyenda en, el lateral del *grupto*, decía:

La oscuridad en que nos encontramos no depende, como en el caso del lugar de donde ustedes vienen, de una relación espacio-tiempo. Aquí sólo depende del espacio y, al llegar hasta aquí conmigo ustedes han entrado en el *espacio oscuro*.

El espacio oscuro en el que hemos penetrado sólo puede ser perforado con tres potentes lámparas que yo les puedo proveer y a las cuales puedo alimentar con energía eléctrica. Lo dificultoso es que tendrá que lograr que las tres lámparas concentren su haz de luz de una forma y en un lugar que yo les determinaré.

Para hacerlo deberán instalar los iluminadores en el frente del *grupto* pero regulando la posición de la lámpara respecto del foco del artefacto, de un modo tal que ilumine en línea recta, como mínimo, cinco metros, a partir de un metro desde mi lado frontal, pero con todo el haz de luz orientado hacia abajo y adelante, según el siguiente esquema. En esa posición y con los tres artefactos unidos, lograremos perforar el *espacio oscuro*.



Otro detalle que deberán considerar: Yo obtengo energía eléctrica después de convertir la energía lumínica del Sol; obviamente, en medio de esta oscuridad no puedo recargar los sistemas y, cada vez que les proveo elementos o instrucciones gasto 1/10 de toda la que tengo acumulada. Puedo facilitar herramientas o instrucciones pero consumo energía.

Como en el caso anterior, yo puedo construir el artefacto necesario a tamaño real; pero, después de ver un modelo a escala que funcione debidamente.

Además, para que puedan trabajar he instalado un elemento iluminador en el frente, ante una mesa de trabajo.

Cada hora de funcionamiento del iluminador frontal me demanda una sexta parte del total de energía eléctrica acumulada. Consideren que ustedes ya llevan media hora con la luz encendida.

Para lograr perforar el espacio oscuro necesito, como mínimo, 1/10 del total de energía que tenía acumulada cuando ustedes me trajeron hasta aquí.

No piensen que les queda demasiado tiempo para diseñar un modelo a escala del iluminador con foco regulable, construirlo, probarlo y, luego, instalarlo en el *grupto* para poder pasar a la zona luminosa.

Si necesitan algún material, instrucción adicional, sugerencia o idea, no tienen más que pedirlo; pero, ya saben... es 1/10 de la energía total acumulada que, hasta que no pasemos a la zona luminosa, no se repone.

¡Éxitos!

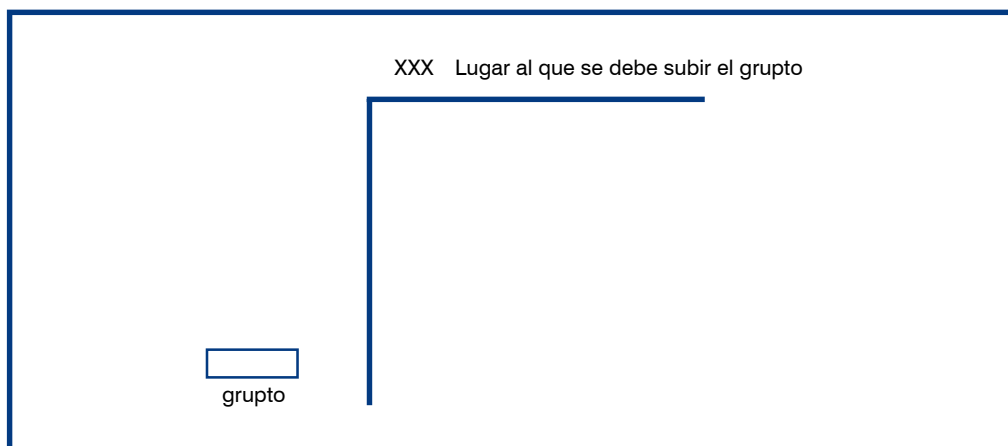
4. *¿Solo? No es fácil...*

Se encuentran ustedes en una situación muy difícil: solos, rodeados por un medio ambiente natural hostil. Después de evaluar y explorar todas las posibilidades y alternativas, concluyen que, su única salida para sobrevivir, es llegar a un lugar más hospitalario.

Necesariamente, deben viajar llevando consigo un pesado cajón, donde transportan todos los elementos que les garantizan realizar con éxito la travesía.

Luego de construir el artefacto necesario para transportar el cajón, tienen un nuevo problema: han llegado al final de una quebrada, y están frente a una pared lisa y vertical.

Exploran, logran subir y allí comprueban que la única posibilidad es seguir por el camino que parte desde ese sitio y que la única forma de reunirse con su carga es subirla por la pared vertical.



La primera solución que se les ocurre es probar con una soga. Con los elementos disponibles han logrado construir una de la longitud necesaria. Comienzan a tirar para subir la carga de distintas maneras; pero, en todos los intentos que realizan, el cansancio los vence antes que la carga haya realizado 1/10 del recorrido.

Por lo tanto, ustedes deben, como mínimo:

1. Identificar, definir y caracterizar, por escrito, el problema que se presenta.
2. Idear y esquematizar, como mínimo, tres formas posibles de solucionarlo.
3. Elegir la forma más apropiada para llegar a la solución y justificar la elección realizada.
4. Diseñar un artefacto que solucione el problema caracterizado y que utilice, como mínimo, tres unidades significantes de la mecánica y calcular los esfuerzos máximos que deberá soportar.
5. Construir, con los materiales que tienen a disposición, un modelo a escala del artefacto diseñado.

5. *La realidad... es aplastante.*

Ustedes... con un cajón que guarda diversos elementos, instrumentos y artefactos, cayeron en el medio de un cubículo tenuemente iluminado, semejante a una caverna; la superficie de las paredes se ve regular y parece ser metálica; el techo, igual que el piso, es una plancha plana de acero inoxidable, titanio o algún metal parecido; se incorporan y notan que un sector de la pared del frente, comienza a iluminarse.

Allí, aparece un mensaje:

A partir del instante en el que tocaron el piso, el techo de la cámara ha comenzado a descender.

Hasta llegar a los tres metros de altura, conservará la velocidad de desplazamiento que tiene ahora; desde ese punto, llegará al piso en 10 minutos.

El momento en el cual se produce el cambio de velocidad será dentro de tres horas.

Al costado del lugar que se había iluminado previamente, comienza a vislumbrarse otro sector: apareció a la vista un complejo mecanismo, con algunas partes que se desplazan, luces que se encienden y apagan y, en el centro, un cilindro metálico que remata, en uno de sus extremos, en una forma parecida a un alfiler de gancho.

Debajo, se puede ver una ranura por que asoma un papel.

Tiran cuidadosamente del papel y, rápidamente, comienza a desplegarse una tira de cuarenta centímetros de largo con una escritura que dice:

El mecanismo que pueden ver es el que regula el desplazamiento del techo. El cilindro del centro permite desplazar, hacia fuera, la pared que está en el lado izquierdo de esta sala, cuando es introducido en la ranura que se encuentra en el vértice inferior izquierdo de la pared aludida. Si logran desplazar la pared, estarán a salvo.

Cuando miran al otro lado del papel, encuentran lo siguiente:

ALGUNAS REFERENCIAS ÚTILES

- El mecanismo que regula el desplazamiento del techo se alimenta con los pulsos eléctricos que emite la caja que lo contiene, en cuyo centro está el cilindro. Sin se interrumpen los pulsos eléctricos, el techo se cae.
- Si los pulsos se interrumpen o la secuencia se modifica más o menos de un 10% en el total del tiempo que insume la sucesión actual, el techo se cae.
- Los pulsos que emite la caja coinciden con los que alimentan las lámparas y tienen la misma tensión de salida que la que alimenta el sistema, cuya alimentación eléctrica admite una variación de tensión de $\pm 10\%$. Por encima o por debajo de esas variaciones de tensión, el techo se cae.
- La única forma de sacar el cilindro es rompiendo la caja. Si la caja se rompe en el lugar en que está, el techo se cae.
- La única forma de romper la caja es extrayéndola del lugar donde está; de lo contrario, el techo se cae.
- La única forma de extraer la caja es reemplazándola previamente por otra que cumpla la misma función. Si la función no se cumple, el techo se cae.
- En el cajón tienen todo lo necesario para solucionar el problema; sólo hay que saber en qué consiste el problema, qué hacer para solucionarlo, qué elementos usar, cómo hacerlo... y hacerlo rápido; pues, si no actúan, el techo se cae.

Cuando prestan un poco de atención, caen en la cuenta de que el mecanismo sigue una secuencia fija y repetitiva:

1. Se observa una especie de cursor que se desplaza sobre una varilla cilíndrica dispuesta en forma de aro.
2. Llega hasta un punto donde se enciende la luz verde.
3. Sigue desplazándose otro tramo y llega a un punto donde, en el mismo momento en que se apaga la luz verde, se enciende la amarilla.
4. Sigue el camino y, cuando llega a otro punto determinado, se enciende la roja y, además, sigue prendida la amarilla.

5. Cuando avanza un poco más, se apaga la amarilla y sigue prendida solamente la roja.
6. En el próximo punto al que llega, se apaga la roja y no se enciende ninguna.

Cuando controlan el tiempo, logran anotar:

- 1-2: 10 seg.;
- 2-3: 5 seg.;
- 3-4: 15 seg.;
- 4-5: 10 seg.;
- 5-6: 20 seg.

Con estos datos, desarrollan un planteo basándose en las funciones lógicas del álgebra de Boole, para diseñar el circuito que soluciona el problema.

Cuando se ocupan del tema de las tensiones, observan: por un costado del mecanismo se ven dos cables... y por el costado opuesto otros dos cables... Ya lo tienen resuelto. Lo mejor será considerar la caja, como una caja negra, y hacer un mecanismo que, aunque sea elemental, repita la secuencia.

De repente, se detienen y piensan: ¿Cómo sabemos cuáles son los cables que entran y cuáles los que salen? Cuando vuelven a mirar la caja ven de cada lado solamente dos cables y dos indicaciones muy claras: del lado izquierdo, *input* y del lado derecho, *output*.

No gasten más tiempo que ya pasaron veinte minutos, empiecen a construir el aparato, que si no logran armarlo, en dos horas cuarenta, el techo los aplasta.

6. Una solución penetrante

A un nivel de quince metros debajo de sus pies hay gente luchando por su vida.

Están dentro de una cámara blindada construida en titanio de 7 centímetros de espesor.

El lado superior de esa cámara (lo que sería el techo visto desde adentro) está unido externamente al pistón de un sistema hidráulico, que lo hace bajar lenta e inexorablemente.

Desde el interior no tienen demasiadas alternativas para interferir el funcionamiento del sistema. La posibilidad de salvar su vida consiste en alterar los sistemas de mando y control del pistón; pero, es muy poco probable que logren hacerlo.

Desde el exterior, hay otra posibilidad que tal vez los pueda ayudar... depende de la eficacia del grupo para resolver problemas.

Algunos datos generales acerca de la situación:

El sistema del techo se mueve por medio de un pistón de accionamiento hidráulico, muy preciso pero extremadamente delicado cuyo punto más vulnerable se encuentra en la unión entre el vástago del cilindro y el techo de la cámara.

El conjunto pistón-vástago-placa trabaja muy bien en sentido longitudinal; pero, el más mínimo desplazamiento en sentido transversal en el punto de unión mencionado, lo inutilizaría.

La siguiente es una posibilidad que estimamos viable para salvar desde afuera a las personas que se encuentran en el interior de la cámara:

- Hacer un agujero en el terreno, de diámetro y longitud a determinar.
- Introducir algún elemento de la longitud necesaria.
- Darle al vástago un golpe lateral en el lugar preciso y en el momento justo.

Sería interesante contar con varias soluciones alternativas que no alteren las premisas fijadas. Para la construcción del sistema no se requiere fuerza; hace falta precisión. Para lograr esta última, es necesario considerar cuidadosamente las variables que entran en juego.

Otras referencias útiles:

- El desplazamiento del pistón es de 66,67 centímetros por hora, durante las primeras tres horas; y de 18 metros por hora a partir de ese momento.
- El dispositivo que se utilice para perforar el terreno debe ser accionado por *tracción a sangre*; debe tener movimientos de giro y percusión, y una estructura fija que lo sujete al piso.
- Las bases que soporten la estructura no podrán ser menos de tres.
- La perforación será del largo y diámetro exactos para dar el golpe en el momento y lugar apropiados.
- El punto de contacto con el vástago deberá determinarse trigonométricamente.
- Los materiales a utilizar para construir el sistema son los que tienen disponibles en el lugar de trabajo.
- La velocidad tangencial de la broca no deberá ser muy elevada porque el tiempo y las condiciones de trabajo no permiten la refrigeración ni el reafilado de la herramienta.
- El dispositivo y la perforación deberán construirse a escala, para ser considerados válidos.

Recuerden que allí abajo hay seres humanos que dependen de ustedes.



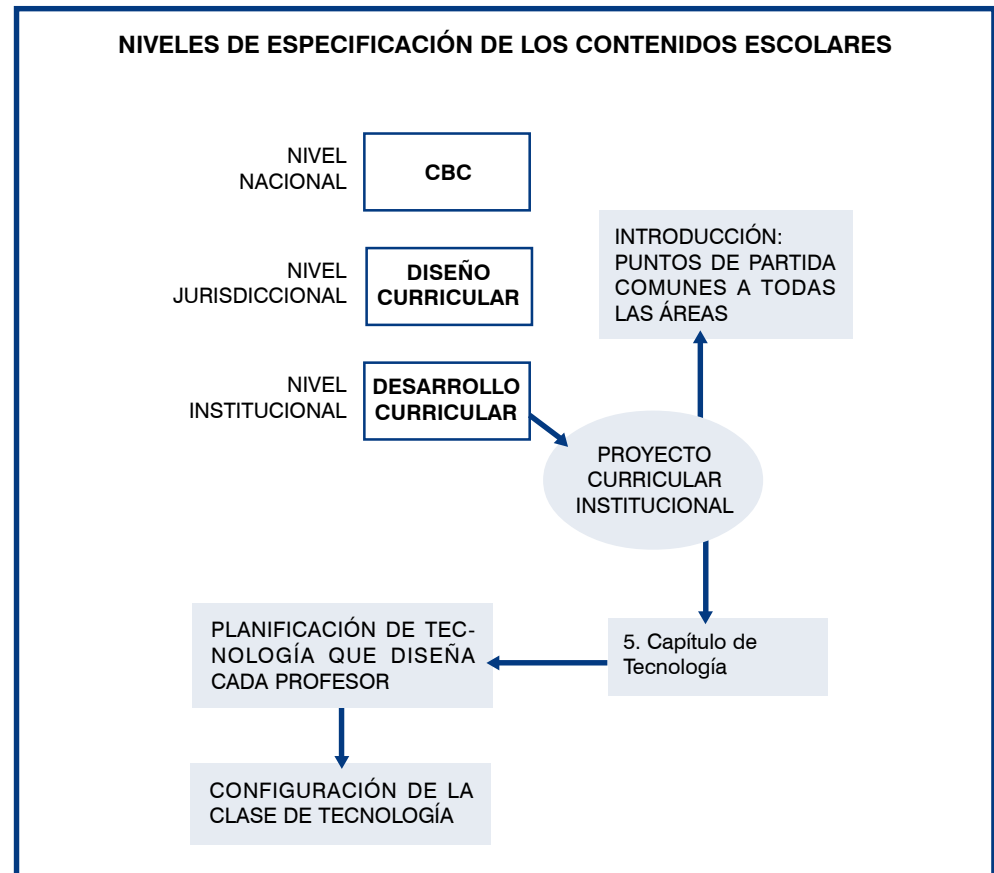
3. LA TAREA DIARIA EN EL AULA-TALLER DE TECNOLOGÍA



Hemos analizado hasta aquí una buena parte del trabajo curricular que realizan habitualmente los maestros y profesores desde el currículum escrito hasta el currículum real.

Si usted revisa nuestro plan de trabajo, advertirá que en esta tercera parte de **Tecnología. Estrategia didáctica** nos espera un último “casillero”, el que nos permitirá superar el discurso práctico y adentrarnos en la acción.

Para ubicarnos en el nivel de trabajo, apelamos a la especificación del esquema institucional planteado inicialmente y nos ubicamos en la parte correspondiente al área de Tecnología:



La tarea diaria en el aula-taller de Tecnología se desarrolla en tres direcciones:

¿Cómo aprenden los chicos de Tercer Ciclo de Educación General Básica y de Educación Polimodal?

En este desarrollo, le acercamos información proveniente de la psicología genética, resignificada para la problemática específica del aprendizaje de la Tecnología.

A partir de este marco, avanzamos en la definición de:

- ¿Qué procesos cognitivos caracterizan al alumno adolescente?
- ¿Cómo se manifiestan en el aula-taller de Tecnología?
- ¿Qué diferencias existen entre aprender contenidos desde las categorías concretas propias de los chicos de EGB1 y EGB2, y aprenderlos contando con capacidades operatorias formales, aún cuando éstas se encuentren en formación, como sucede con el alumno de EGB3?

Noveno segunda en tarea

Reseñamos aquí una serie de registros de clases correspondientes a la segunda unidad del programa de Tecnología de noveno año, *“Palancas no hay, ruedas tampoco... pero esto hay que moverlo”*.

La consideración de estas clases nos permite dar una respuesta inicial a:

- ¿Cómo se va desarrollando la actividad de los alumnos en una secuencia de clases de Tecnología?
- ¿Cuáles son las tareas del profesor?
- ¿Cómo interactúa *La larga marcha...* con el material teórico?
- ¿Cómo puede lograrse una consideración constructiva de los errores de los alumnos?
- ¿Es posible trabajar con distintos niveles de competencias de los alumnos?

¿Por qué la clase se desarrolla de este modo?

A lo largo del relato de clases incluimos precisiones teóricas del campo tecnológico y del campo didáctico que permiten aclarar las razones de cada dispositivo, cada intervención del equipo docente, cada propuesta...

Actividad 19 Nuestros alumnos de Tecnología

Para iniciar esta unidad en la que enfocaremos al grupo de alumnos en acción, encararemos la tarea introductoria de aproximarnos al modo de aprender de los adolescentes.

Resultaría oportuno que anticipara cuáles considera usted que son las posibilidades cognitivas que definen el pensamiento del adolescente y que lo diferencian del modo de razonar del niño.

A continuación encontrará algunas precisiones al respecto que Lelia, la asesora pedagógica de la escuela, acerca a sus compañeros de trabajo.

Cómo aprenden los chicos de tercer ciclo de la EGB y de Educación Polimodal



Cómo hacer para que los jóvenes de nuestro siglo,
que no son libres, que no son sabios,
pero que están sedientos
de libertad y de sabiduría;
esos jóvenes torturados y heroicos,
desperdiciados y plenos de inventiva,
transformables y ansiosos
de transformar el mundo,
encuentren el camino que les permita
ser dueños de sí mismos
y del mundo que les toca vivir.

Adaptado del original de Bertolt Brecht.

Quisiera que caracterizáramos desde la perspectiva cognitiva cuál es la particular forma de aproximarse a su realidad tecnológica que tienen los chicos ubicados en el estadio operatorio formal, cómo se manejan con los datos obtenidos y cuáles son las limitaciones de su comprensión. También sería importante que pudiéramos derivar de estos rasgos algunas hipótesis de trabajo para optimizar los procesos de construcción del conocimiento tecnológico en las clases de tercer ciclo de EGB y de EP.

Tomaremos como punto de partida en esta tarea al encuadre piagetiano, que nos plantea ciertos rasgos definitorios del alumno adolescente que tenemos que tener presentes para organizar la clase:

- sus posibilidades de operar formalmente;
- la presencia de un pensamiento hipotético–deductivo;
- sus potencialidades para organizar sistemas operacionales de segundo grado.

Me parece importante que aclaremos inicialmente por qué hablamos de un pensamiento operatorio formal.

Vayamos unos años atrás en la vida del chico. Durante su escuela primaria aprendió contenidos de su mundo a través de operaciones concretas de pensamiento. Aunque, por supuesto, podía operar mentalmente, pensaba siempre sobre hechos o acontecimientos reales.

En cambio, el adolescente no opera sólo sobre lo inmediato, no piensa sólo acerca del medio ambiente comprobable.

Así como cuando era pequeño armaba y desarmaba juguetes para averiguar cómo funcionaban, ahora, con el apoyo de un entorno rico en desafíos, manipula ideas, destotaliza y recompone conceptos, analiza todas las variables que convergen en un planteo, desechándolas, combinándolas, aún cuando no se correspondan con un hecho real sino probable.

A partir de estas posibilidades que aparecen como resultado de una construcción gradual a los 12-13 años y que se consolidan a los 15-16 –constituyendo el nivel más avanzado del conocimiento–, nuestro alumno puede ir más allá de lo familiar y lo tangible, puede elaborar teorías, concebir puntos imaginarios, crear ideas originales, ubicar lo real dentro de lo posible... Denominamos a esta inteligencia operatoria formal.

Para ver operar intelectualmente a un grupo de chicos de Tecnología, traje el registro de una clase en la que estuve el otro día... Es de octavo tercera, el curso de Esteban. El eje son los dibujos del Correcaminos y los chicos trabajan sobre el análisis de los planes de acción del Coyote. Desde ese punto, procuran construir mecanismos similares o superadores de los que provee ACME (¿Se acuerdan?).

Cuando yo llegué habían estado analizando una bicicleta bastante curiosa que, según me contaron, aparecía en una de las tantas persecuciones del Coyote. Empezaban a decodificar tecnológicamente unas ilustraciones que acercó Esteban. Son éstas:

- a) En 1818, Freiherr Drais von Sauerbronn presentó en París su “Draisienne”, que se impulsaba como un patinete, dando con el pie en el suelo. Las ruedas eran de madera y no tenían frenos.



- b) Suele atribuirse la primera bicicleta propiamente dicha a Pierre y Ernest Michaux; pero, no está del todo claro si fueron ellos –o un mecánico de su empresa, Pierre Lallement– los primeros en instalar pedales en la rueda delantera.



- c) En 1870, la empresa Haynes & Jefferies, de Coventry, empezó a fabricar bajo licencia la bicicleta *Ariel* de S. Jarley y Hillman. En el cubo de la rueda delantera había un travesaño conectado a la llanta por dos varillas cortas y ajustables. Cuando éstas se estiraban, la llanta giraba en relación con el cubo y los radios se tensaban.



Las máquinas. Una historia ilustrada. Raíces. Madrid. 1988

Me gustaría que nos detuviéramos en algunas de las expresiones de los chicos:

Se sacó los pelos de las patas para ir más ligero. ¿Sabe profe que leí que los ciclistas de las olimpiadas, también...? Si se los dejaban, aumentaban la resistencia...

—Acá dice que la rueda forma parte de la tecnología más antigua. Si es paleolítica... ¡la construyeron entre el año -2.000.000 y el año -10.000! ¡Fah, loco, la rueda es viejísima...!

—Profesor... Si la bicicleta es una máquina, entonces tiene –como dice acá– que “reducir el esfuerzo físico de los que la operan...” ¿Cómo hace para reducir el esfuerzo? ¿En dónde? A mí no me parece que el Coyote haga menos esfuerzo si el terreno es tan... tan...

—Si vimos que en una máquina hay unidades significantes que actúan solas o en un conjunto donde trabajan interconectadas, tendríamos que buscar las maquinillas simples. Dáale, empecemos a mirar.

—Y... si las palancas mueven el mecanismo que desplaza la cadena, desplazan la cadena a los piñones y a los cambios... entonces son palancas...

—No... Nada que ver... Suponé que tuviera seis piñones y tres platos. Seis por tres, dieciocho. Tendría dieciocho velocidades.

—Mirá... acá se ve... En algunas partes de la rueda que gira se notan más rayos que en las otras partes, eso quiere decir que los rayos no están distribuidos parejos..., la misma cantidad cada tantos centímetros, por ejemplo... ¿Entendés?



Los comentarios tienen algunas características que expresan una relación particular del adolescente con el objeto de estudio.

Como un primer rasgo de la clase, advertimos que los chicos pueden “ver” resistencia, fuerzas, unidades significantes, allí donde sólo hay una bicicleta. Este “ir más allá” de su mundo concreto se advierte en muchos de los bloques incluidos en los Contenidos Básicos Comunes de Tercer Ciclo: los muchachos estudian puntos geométricos sin tamaño, líneas sin espesor, gases ideales compuestos por partículas sin tamaño ni masa determinados²³, conceptos como el de átomo, el de psiquismo, el de equidad.

Esta posibilidad de desligarse de lo cercano es una característica operatoria formal que es necesario que los maestros y profesores apuntalemos para lograr, gradualmente, profundizaciones y extensiones cada vez más completas de los objetos de conocimiento.

Analicemos cómo pueden explicar dos chicos –uno de inteligencia concreta y otro de inteligencia formal– el mismo episodio de un choque de bicicletas entre los personajes del dibujo animado.



– Entonces, chocaron. Yo me di cuenta de que al Correcaminos no le iba a pasar nada porque se cayó todo blandito; en cambio, el Coyote se golpeó la pierna con la madera.

OPERATORIO CONCRETO

– ¿Un choque? Y... en un choque está involucrada básicamente la energía. En este caso, las de los objetos que se desplazan. Si van en direcciones diferentes y se encuentran en un punto... algo pasa... La energía que se estaba utilizando para mantener el movimiento, si el movimiento se interrumpe, no desaparece, se utiliza para deformar los materiales de los objetos que chocan.



OPERATORIO FORMAL

²³ Langford, Peter. 1993. El desarrollo del pensamiento conceptual en la escuela secundaria. Paidós. Barcelona.

Un segundo rasgo que podemos detectar es que el grupo de alumnos de la clase de Tecnología está expresando conclusiones, independientemente de toda comprobación previa que, prudentemente, plantean como afirmaciones hipotéticas.

– **Si** el Coyote hubiera dejado pelos en sus patas, **entonces**, hubiera tenido que vencer con un poco más de esfuerzo la resistencia del aire.

– **Si** es un objeto paleolítico, **entonces**, debió ser producido entre los años 2.000.000 a.C. y 10.000 a.C.

– **Si** la bicicleta es una máquina, **entonces**, involucra el uso de energía y reduce el esfuerzo físico de quien la opera.

– **Si** se observan menos rayos en un sector de la rueda que en el otro, **entonces**, los rayos no están simétricamente distribuidos.

Estas hipótesis se expresan en proposiciones verbales y se presentan a partir del trabajo cooperativo de los alumnos, el aporte de material teórico y la puesta en marcha del pensamiento hipotético–deductivo, validándose o desechándose en un proceso sucesivo de contraste entre los datos de la realidad, las hipótesis y las teorías que las explican.

Tomando como ejemplo alguno de los expuestos, en el caso de los rayos de la bicicleta convergen dos datos de la realidad que se contradicen: cuando la bicicleta está en movimiento, parece que hubiera más rayos en un sector de la rueda que en el otro; cuando la rueda está detenida se verifica que no es así y que los rayos están uniformemente distribuidos. En consecuencia, se requieren mayor cantidad de datos, mayor certeza en ellos y la formulación de hipótesis más complejas.

El **pensamiento hipotético deductivo** es el que le permite al adolescente ir desarrollando procedimientos tecnológicos y científicos, ya que tiene que ver con la capacidad de experimentar verbalmente con los factores que influyen en un proceso.

En la clase que observé, Esteban impulsa a los alumnos a controlar variables y a analizar todos los factores que convergen en el funcionamiento de una bicicleta; los chicos formulan hipótesis, seleccionan las variables más importantes (presencia de factor multiplicador constante, relaciones de transformación aplicadas a diferentes esfuerzos, máquinas simples, mecanismos), realizan combinaciones entre ellas.

Este procedimiento hipotético-deductivo se activa también cuando sus alumnos, frente a un mapa físico, se plantean cómo resolverá ese país sus necesidades de alimento; cuando, en un testimonio histórico, se preguntan por qué realizaron determinada opción tecnológica sus protagonistas; cuando se cuestionan qué papel podría estar cumpliendo esa capa de mica adherida a una lámina metálica. En todos estos casos, los alumnos están buscando las causas probables de un fenómeno; están construyendo conocimientos adentrándose en ellos, explorándolos conceptualmente.

Por cierto que también los niños pequeños se preguntan por el porqué de las cosas; pero, sus respuestas no suelen considerar extensa y exhaustivamente las variables que dan sentido a un hecho tecnológico a explicar, ni pretenden una generalización de sus conclusiones:



– Te tenés que vacunar para no enfermarte. En la inyección te mandan una cantidad chiquita de infección para que tu cuerpo se adapte y, cuando vengan las epidemias, ya estés preparado.

OPERATORIO CONCRETO

– La vacuna es también un producto tecnológico porque da respuesta a una necesidad social. Es un cultivo microbiano pero de efecto atenuado. Inoculado a un individuo le permite inmunidad frente a una enfermedad determinada. Inmunidad es resistencia frente a un agente infeccioso o tóxico.



OPERATORIO FORMAL

Los muchachos serán capaces, entonces, de abordar multidimensionalmente a los hechos, tener en cuenta todos los aspectos que constituyen, por ejemplo, una decisión tecnológica, el funcionamiento de un motor, los indicadores de eficiencia en una empresa. Comprenderán procesos complejos como reciclaje, productividad, *cracking*...

El pensamiento de los jóvenes de tercer ciclo va haciéndose, progresivamente, más sistemático. Las explicaciones no son azarosas ni erráticas, siguen un plan. Los alumnos van diseñando de antemano cuáles son sus objetivos, y programan líneas de acción y de pensamiento que los acerquen a ellos.

Los adolescentes van avanzando, incluso, hacia la proposición de experimentos hipotéticos, los que pueden probar mentalmente, a partir de un juego riguroso de confirmación y deslindamiento de variables.

– Y... ¿si nunca se hubiera puesto a explicar los principios de funcionamiento de las máquinas simples?

– ¿Será lo mismo usar calzas que usar shorts en una competencia ciclista?

– ¿Cuál es la relación de transmisión en el freno de la bicicleta, respecto de las palancas que las accionan en el manubrio?

– ¿Influyen los materiales disponibles en una época con la forma de la bicicleta?

– ¿Qué relación existe entre el tipo de terreno y el diámetro de las ruedas?

Otra de las construcciones paulatinas que permite el pensamiento operatorio formal a los alumnos es aceptar los supuestos subyacentes de un argumento, aún cuando no los tomen como propios.

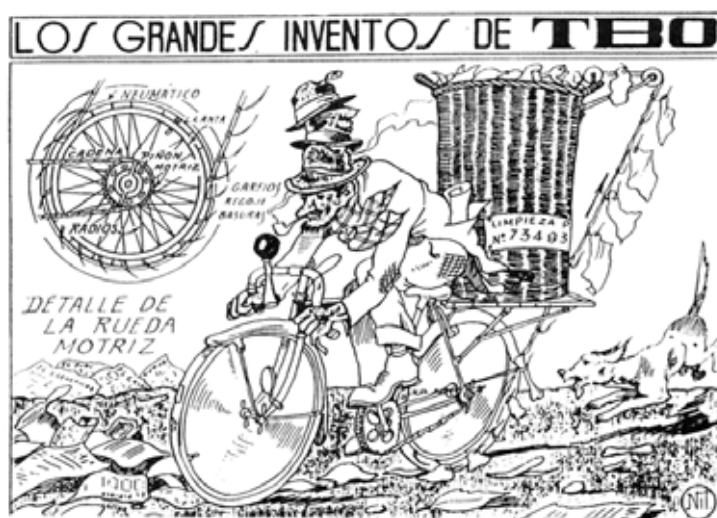
Pueden, por ejemplo, adoptar el punto de vista de su «adversario» y tomar en cuenta las conclusiones a que conducen sus argumentos. No necesitan creer en lo que dice el contrario para tomarlo en cuenta.

– Está bien... supongamos que, como vos decís, en el dibujo no se considera ninguno de los principios físicos. Pero... ¿podría darse, en determinadas condiciones, que una bici alcanzara semejante velocidad...?

Poco a poco, van siendo capaces de reconstruir teorías políticas, religiosas, filosóficas, e, incluso, construir sus propios sistemas conceptuales para explicar la realidad... o para refugiarse en sus posibilidades ideales como forma de resistirse a aceptar el mundo en el que les toca vivir.

Pueden entender, así, las abstracciones simbólicas del álgebra, comprender la temática de la energía, los tiempos remotos....

Detengámonos un momento en Esteban acercando a sus alumnos de Tecnología una caricatura.



Los grandes inventos de TBO. 1989. Ediciones B. Barcelona.

Con este material curricular está permitiendo a sus alumnos ejercitar conceptos de segundo grado, otra de las construcciones del pensamiento formal, que el pequeño de primero o segundo ciclos no tenía: ir más allá de lo explícito de un texto para adentrarse en sus sustratos, en sus fundamentos, en sus dobles mensajes.

En el trabajo con la caricatura, los alumnos deben decodificar simbolismos, ubicar a la ilustración en un sistema socio-histórico-político-tecnológico que le da inteligibilidad, desprenderse del texto –en este caso, un dibujo– para bucear en su contexto y en su supratexto, en busca de razones.

Cuando uno de nuestros alumnos expresa:

– En Tecnología hicimos un trabajo buenísimo: investigamos cómo tratan distintos diarios la cuestión del ruido producido por los aviones en las cercanías de un aeropuerto... Te vas dando cuenta de que atrás hay posiciones, intereses, compromisos.

– (...) hablamos con gente de la Cooperativa; pero, también hablamos con el promotor de la empresa de tractores. Grabamos todo lo que nos dijeron y, después, lo analizamos en clase y comprobamos por qué tienen planes de financiación tan distintos.

– Claro... hay gente que dice: ¡Es lo último en materia de electrodomésticos! Pero... hay que ponerse a analizar qué pierde una comida si está cocinada en un microondas, por qué siempre tiene gusto a hervida y por qué sólo se cocinan bien las comidas que tienen costra o que envolvemos en papel.

–Yo miro los dibujitos y mi hermanita de tres años también. Pero, yo veo otras cosas (...) ¿Por ejemplo? Y... ella se ríe cuando Homero Simpson hace líos en la central nuclear... A mí no me da risa; me parece que le están dando un mensaje que la hace no dar bolilla a los riesgos atómicos.

está poniendo en juego conceptos de segundo grado, yendo a un nivel más profundo que lo directamente asequible.

Cuando, aprovechando estas posibilidades del pensamiento operatorio formal, proponemos a nuestros alumnos ubicar un objeto tecnológico en un proceso más amplio que ayudaría a darle significado, estamos acercándonos a la construcción de conocimientos emancipatorios, expresión acuñada por Jürgen Habermas, uno de los puntales de la Ciencia Social Crítica. Nosotros nos referimos a ellos en nuestro PCI llamándolos conocimientos exigentes.

Para ir terminando de describir este panorama de las operaciones cognitivas que comienza a construir el alumno de EGB3 y que consolida el de EP, quisiera referirme a las posibilidades del pensamiento formal de utilizar operaciones de segundo grado: capacidad creciente de analizar su propio pensamiento, su modo de razonar y el de los demás, y cuestionarse si una aseveración es válida, si en ella se plantean contradicciones o si omitió considerar algún factor durante su tratamiento. Y esto, no solamente relacionado con un tema específico sino, paulatinamente, considerando su forma de pensar aislada de todo contenido.

Los siguientes testimonios que recogí de mis últimas recorridas por las clases para compartir el trabajo con ustedes y con sus alumnos, nos plantean situaciones de fomento a operaciones de segundo grado, ya que nos muestran sus estrategias para ayudar a los chicos a examinar qué y cómo pensaron:

– Estás hablando de la usina láctea como si no pudiera producirse ningún problema en su funcionamiento. A ver... pensá un poco qué puede andar mal en una centrífuga desnatadora... –decía Natalia en segundo–.

– Roberto nos dio una explicación. Sería importante que si alguien estuvo pensando otros significados para la definición de Lynn White: “La tecnología es la modificación sistemática del entorno físico con fines humanos”, los debata con él.

– ¿Te parece que estás teniendo en cuenta todas las situaciones en que un producto tecnológico puede ser un factor condicionante para la transmisión del virus del SIDA?

– Bueno... ahora que nombraste las fases de la fabricación del acero, ¿por qué no te centrás en una y la profundizás?

– ¿Podés explicarnos por qué decís que “nuestra sociedad es una sociedad organizacional”? –le escuché a Carla en octavo tercera–.

Las investigaciones de los epistemólogos genéticos nos acercan el panorama de un adolescente de máxima generatividad intelectual y de un enorme potencial cognoscitivo.

Si bien nos hemos referido al aprendizaje de contenidos conceptuales y procedimentales, prioritariamente, pueden extenderse también al aprendizaje de los demás contenidos socioafectivos –de actitudes, de valores– como en las instancias en las cuales abordamos la problemáticas del trabajo en equipo o la evaluación de un producto o proceso generado por otro grupo de trabajo.

Sin embargo, no siempre en las escuelas se advierte este desarrollo ¿Por qué? Porque el pensamiento formal, así como los demás estadios por los que transita la inteligencia, se va construyendo a partir de la interactividad entre la persona y su medio social: los cambios en los modos de conocer no aparecen abruptamente, es necesario construir estos mecanismos intelectuales a partir de experiencias didácticas que permitan su emergencia, su afianzamiento y su consolidación.

– Bueno... para cerrar, colegas, esta síntesis... Los chicos...

- Pueden llevar adelante metodologías tecnológicas y científicas.
- Pueden extenderse en el espacio y en el tiempo.
- Pueden concebir cantidades y dimensiones infinitas.
- Pueden profundizar en los porqué de situaciones complejas.
- Pueden explicar cómo funciona su propio pensamiento y corregir sus errores de razonamiento.
- Pueden encuadrar un hecho en una teoría, rescatando sus concepciones subyacentes.



¿Estamos dándoles la oportunidad de hacerlo?

Noveno segunda en tarea



LAS VIRTUDES DEL NO SABER

En la mayoría de las aulas, lo que se aprecia son las respuestas rápidas y correctas. En general, conocer la respuesta con prontitud se valora más que la manera de llegar a ella.

De manera similar, la mayoría de las pruebas intelectuales pretende establecer lo que los niños han llegado a dominar. Independientemente de que estas pruebas se centren en la aptitud verbal, la aptitud para las matemáticas, el razonamiento general o lo que sea, la tarea que se le pide al niño consiste en rellenar un espacio en blanco y pasar al siguiente. Ciertamente es que las pruebas de inteligencia exigen averiguar determinadas cosas, pero esta averiguación no cuenta para nada. Si lleva a la respuesta correcta, es esta respuesta la que cuenta. Pero, ningún examinador sabrá nunca –y ninguna prueba pondrá nunca de manifiesto– si la respuesta correcta era un triunfo de la imaginación o una osadía intelectual, o si el niño ya sabía la respuesta de antemano. Además, cuanto más tiempo tarda el niño en averiguar las respuestas de la prueba, menos tiempo tiene para consignarlas; es decir, cuanto más se piensa para obtener las respuestas correctas a una prueba de inteligencia, menos inteligentes parecerán los resultados.

Quisiera dedicar un poco de atención a lo que ocurre cuando la respuesta correcta no se conoce de antemano.²⁴

Natalia y Ernesto, cada uno con su curso, trabajaron con el texto novelado. Más tarde, Dante también decidió unirse al grupo a modo de colaborador externo.

La lectura ya fue toda una tarea pero, finalmente, con distinto grado de aceptación y entusiasmo, los chicos se “engancharon”. Para superar el primer obstáculo (determinar el peso *del grupto*) fue necesario un trabajo arduo que en algunos momentos oscilaba entre la incredulidad y la desorientación.

- Natalia..., donde dice *compact-disc*; ¿quiere decir *compact-disc*?
- Si.
- ¿Uno como éste, dice usted?
- Si.
- Pero qué mido, ¿el disco o la caja?
- ¿Qué necesitas conocer, el lado o el diámetro?

Los comentarios de tenor similar, en el grupo de Ernesto, fueron resueltos en el estilo habitual: tapizar de información la tarea de los chicos.

Cuando le acercó a sus compañeros la información sobre sistemas de unidades que había repartido entre sus alumnos, Dante murmuró: – Es prematuro.

Natalia se quejó: – Mi grupo todavía no avanzó ordenadamente en la lectura; esto los confundiría más.

Ernesto sentenció: – Es imprescindible para seguir; además, es elemental, ya deberían saberlo.

²⁴ Duckworth, Eleanor. 1994. Como tener ideas maravillosas y otros ensayos sobre enseñar y aprender. Visor. Madrid.

EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

La denominación de Sistema Internacional de Unidades se adoptó en la undécima Conferencia General de Pesas y Medidas en 1960, en la cual se acordó indicarlo como SI.

El SI comprende tres clases de unidades:

- las denominadas unidades básicas,
- las unidades suplementarias y
- las unidades derivadas.

Corresponden a magnitudes primarias o fundamentales, y secundarias.

El SI se configura con siete unidades básicas y, por tanto, con siete magnitudes fundamentales:

MAGNITUD	UNIDAD	REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	Ampere	A
Temperatura termodinámica	Kelvin	K
Cantidad de sustancia (materia)	Mol	mol
Intensidad luminosa	Candela	Cd

Las unidades suplementarias son:

MAGNITUD	UNIDAD	REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA
Ángulo plano	Radian	rad
Ángulo sólido	Estereorradian	sr

Las unidades y magnitudes secundarias

MAGNITUD	NOMBRE SI	REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA	RELACIÓN CON UNIDADES BÁSICAS
Frecuencia	Hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Fuerza	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
Presión	Pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$
Energía. Trabajo	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
Potencia	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{seg}$
Carga eléctrica	Coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
Diferencia Potencial	Volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ J} / \text{C}$
Capacidades eléctricas	Faraday	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C} / \text{V}$
Resistencia eléctrica	Ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V} / \text{A}$
Conductancia eléctrica	Siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
Flujo magnético	Weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
Densidad flujo magnético	Tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb} / \text{m}^2$
Inductancia.	Henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb} / \text{A}$
Temperatura Celsius	Grado Celsius	$^{\circ}\text{C}$	
Flujo luminoso	Lumen	Lm	$1 \text{ Lm} = 1 \text{ Cd} \cdot \text{sr}$
Iluminancia	Lux	Lx	$1 \text{ Lx} = 1 \text{ Lm} / \text{m}^2$

Las unidades fundamentales se definen en el SI de forma operativa o constructiva:

UNIDAD	DEFINICIÓN OPERATIVA
Metro	Es la longitud recorrida por la luz en el vacío durante $1 / 299792458$ de segundo.
Segundo	Duración de 9122631770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de Césio 133.
Kilogramo	Masa del prototipo de platino iridio definida por la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas en 1889, depositado en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.
Amperio	Intensidad de una corriente constante que, mantenida entre dos conductores paralelos rectilíneos de longitud indefinida de sección circular despreciable y colocados a la distancia de un metro de separación en el vacío, producen entre los conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} Newton por metro de longitud.
Kelvin	Es la fracción $1 / 273,6$ de la Temperatura Termodinámica del punto triple del agua.
Mol	Es la cantidad de materia de un sistema que contiene tantas unidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono doce C_{12} .
Candela	Intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y cuya intensidad emergente en esta dirección es de 16683 watt por estereorradian.

Pese a todo, con sus más y sus menos, el trabajo se desarrollaba de acuerdo a lo previsto. Los chicos ya estaban construyendo el *grupto*.

El clima de trabajo, visto desde afuera, daba una imagen entre festiva y desordenada.

Visto desde adentro, tenía un eje definido. La mesa ubicada en el centro del aula convocaba a los muchachos en viajes de ida y vuelta que aportaban a la construcción; sobre ella, entre otras cosas, había materiales sencillos, herramientas de mano, algunos dispositivos de sujeción, elementos de unión...

Eran aportes que en los distintos sectores concretaban un prisma rectangular, de cartón duro, de madera balsa o de materiales varios en otros casos; donde la mayor dificultad del trabajo se centraba en lograr las medidas exteriores.

- Nunca pensé que les resultara tan difícil tener en cuenta el espesor de los materiales para agregarlo o restarlo a la medida del lado– comentó Dante.
- Porque, habitualmente no tienen que probar sus ideas contra la realidad– aseveró Ernesto.
- En realidad, porque son nociones que, como estructura cognitiva, recién están comenzando a construir– terció Natalia.

En varios grupos, los esbozos del mecanismo correspondiente al *transgrupto*, ya comenzaban a perfilarse.

Actividad 20

VOLVEMOS A “PALANCAS NO HAY...”

Le proponemos que antes de adentrarse en la tarea de noveno segunda, revise *La larga marcha...*; específicamente, la situación que enfrentan Wincy y Ramos cuando deben construir el *transgrupto* con los lineamientos de la consigna “Palancas no hay...”

A partir de allí, le sugerimos que esboce el plan de la unidad temática, indicando los contenidos de tecnológicos, científicos y matemáticos que incluiría en ella.

En principio, le presentamos la guía que los docentes utilizaron a modo de plan de unidad, estructurando el trabajo a partir de *La larga marcha...* y enunciando los contenidos que ellos se propusieron tratar. Estos contenidos suponen sólo una guía, una posibilidad; será su decisión profundizar en cada uno de ellos lo que estime necesario para su realidad particular, los objetivos que se haya propuesto o las características del grupo clase.

PALANCAS NO HAY, RUEDAS TAMPOCO... PERO ESTO HAY QUE MOVERLO		
ARTICULADORES DE LA ACTIVIDAD	Conocimientos tecnológicos	Conocimientos científico-matemáticos
DISEÑO	<ul style="list-style-type: none"> - Procesamiento de la información.²⁵ - Unidades significantes. El triángulo de base variable. - Dibujo técnico. (Representación a escala y en perspectiva, normas IRAM serie 4500, ejes y planos de simetría). - Estructuras. (Sistemas reticulares). - Transmisión de fuerzas. - Interrelación de conocimientos adquiridos en la tarea previa. - Tecnología y sociedad. - Historia de la tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> - Figuras geométricas, fundamentos de trigonometría. - Plano inclinado, palanca, fuerza, presión. - Esfuerzos de compresión, flexión y tensión a que son sometidos los materiales. - Interrelación de los conocimientos adquiridos en la tarea previa.
PROYECTO CONSTRUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión. (Costeo, planillas de cálculo, sistemas de información). - Proyecto tecnológico. (Sus etapas). - Planificación. (Diagramas de flujo, tiempo y materiales, plazos, metas). - Roles. (Liderazgo, delegación de responsabilidad). - Sistemas de unión. (Descripción, evaluación y selección, roscas, diferentes tipos y características especiales). 	<ul style="list-style-type: none"> - Nociones básicas de estadística. - Esfuerzos de corte a que son sometidos los materiales.
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales. (Características principales, identificación comercial, sistemas de dimensionamiento). - Técnicas. (Principales técnicas de unión) - Herramientas. (Selección, uso y cuidado de aquellas que correspondan a los materiales). - Normas de seguridad e higiene en el trabajo. - Respeto por las producciones ajenas. 	
ENSAYO	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y elaboración del protocolo de ensayo. - Elección y utilización del sistema y los instrumentos de control y monitoreo. - Ejecución y registro comparativo de las mediciones realizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observación, hipótesis, predicción del comportamiento de las variables, análisis crítico de las variables controladas. - Utilización de los conocimientos físicos y matemáticos relativos al diseño y la ejecución del programa de ensayos.

²⁵ En negrita usted puede identificar los núcleos o ejes de contenidos principales; con tipografía normal, los contenidos asociados.

Conocimientos previos

Son los esquemas y construcciones mentales que poseemos, los que nos permiten interpretar las situaciones nuevas. Es decir, interpretamos las nuevas experiencias generando expectativas basadas en nuestro conocimiento presente y sometiéndolas a prueba activamente. (Novak, Joseph. 1988. "Constructivismo humano, un consenso emergente". En *La enseñanza de las ciencias*. Siglo XXI. Madrid) Esos conocimientos son construcciones personales de los alumnos, es decir, han sido elaborados de modo más o menos espontáneo en su interacción cotidiana con el mundo (...) suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, no tienen por qué serlo desde el punto de vista del alumno. Son bastante estables y resistentes al cambio, por lo que muchas veces persisten a pesar de muchos años de instrucción científica (...) El alumno ha de hacer un esfuerzo deliberado e intencional por relacionar la nueva información contenida en el material de aprendizaje con los conocimientos previos de que dispone. (Pozo, Juan Ignacio. 1992. *Los contenidos de la Reforma; enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Santillana. Madrid)

El primer núcleo de contenidos nos conduce a tratar:

- la función que desempeña una retícula en el conjunto de una estructura,
- cómo actúa ésta desde el punto de vista estático y dinámico,
- basándose en qué variables actúa y
- cómo se integra en un conjunto determinado.

El propósito es fomentar en los alumnos las competencias necesarias para abordar situaciones desde la complejidad.

Si planteamos un esquema de diferenciación de contenidos,

Saberes generales compartidos por tecnologías de diferente base técnica	Saberes generales correspondientes a una tecnología específica	Saberes técnico-tecnológicos de una tecnología específica	Saberes científico-matemáticos aplicados a una tecnología específica
---	--	---	--

podremos ver que en la experiencia de Noveno Segunda, los profesores se proponen trabajar en este momento sobre los saberes generales correspondientes a una tecnología específica, y, dentro de ésta, acerca de los sistemas de representación, el dibujo técnico normalizado –en los aspectos que corresponden a escalas y vistas– orientado a las construcciones civiles y mecánicas.

Los muchachos, a partir de sus conocimientos previos, transitaron la etapas y fases iniciales, lograron comprender la problemática y, con diferentes ideas y distintos niveles de aproximación, encararon la construcción de los *transgrupos*. Pero, es necesario superar ese nivel, articular mejor lo preexistente y articularlo con lo nuevo.

Nuestro propósito fundamental en un proyecto de educación tecnológica, es que los chicos cambien sus explicaciones cotidianas, por explicaciones cada vez más consistentes, más organizadas y predictivas, que resulten más satisfactorias que las que ya poseen.

Si los nuevos contenidos que nos proponemos enseñarles no afectan a los **conocimientos previos** o **precogniciones** que un alumno tiene acerca de un problema tecnológico:

- por ser "difícil",
- porque su presentación no fue ayudada suficientemente por el docente,
- por ser elevado, y obligarlo a dar un salto epistemológico sin andamios seguros.

lo más probable es que el alumno los ignore o los aísle en sí mismos y, simplemente, acuda a la memoria reproductiva para aprenderlos. En cualquiera de los dos casos, las explicaciones primitivas sobre el tema se conservan intactas: el nuevo contenido no las ha siquiera tocado.

Es necesario que el alumno desmonte estas ideas previas, que las desarme, que las analice, advirtiendo sus contradicciones y limitaciones, comparándolas con las explicaciones de otros miembros del grupo y de sus educadores, para apropiarse de la versión más estable y explicativa.

En todos los casos, la enseñanza de nuevos contenidos partirá de la explicitación y el análisis de los conocimientos previos que poseen los alumnos respecto de esa cuestión, qué saben acerca de lo que vamos a enseñarles.

En esta tarea analítica, las temáticas (contenidos conceptuales de aprendizaje) se tratan de manera secuencial, aportando al análisis, a la precisión y/o a la profundización.

Los profesores han detectado que la atención que cada uno de los grupos han prestado a la representación gráfica de sus ideas, la visión general del producto a elaborar y los detalles técnicos específicos que involucra, no han avanzado mucho más allá de un impreciso bosquejo.

Por una vez, Ernesto, Natalia y Dante, estaban en un todo de acuerdo: El entusiasmo de los chicos es notable; pero, la acción los absorbe y son muy pocos los que tienen una guía donde consultar para orientarse.

Natalia fue muy gráfica:

– Lo que escuchás permanentemente es: “Uy che, ¿esto dónde iba?”; “¿De qué medida lo hiciste? ¡Esto no encaja ni de casualidad!”; “¿Qué habíamos dicho que hacíamos con esto?”; “¿Era pegado, o con tornillo y tuerca...?”; “¿Cómo era?”

Rápidamente se tomó una decisión: fijar condiciones para continuar eficientemente, interponiendo una pauta de trabajo más clara.

Ernesto escribió de inmediato:

– En el próximo encuentro me reuniré con un representante de cada grupo para analizar el diseño a partir de los planos y dibujos que hayan elaborado.

Natalia eligió un camino más largo:

– En el próximo encuentro vamos a suspender la tarea constructiva y cada grupo evaluará el diseño realizado por los restantes, a partir de la documentación técnica que hayan elaborado.

Dante acotó:

– En el caso de Natalia, hace falta entregar a cada grupo una guía de observación. Hay que unificar criterios y orientar en la búsqueda de ciertas y determinadas cuestiones que queremos enfatizar –por ejemplo: posibilidad de comprensión general del conjunto y sus aspectos particulares, materiales, detalles de unión, etc.– y hay que evitar que sólo centren la atención en detalles como, el tamaño de los números o las letras, su inclinación, la calidad del rótulo, etc.

– Excelente idea–, anotó Natalia–. Sería bueno que la prepararas.

Dante, resignado, se concentró en el trabajo. Más tarde, ofreció a sus compañeros una guía para orientar a los muchachos en la observación.

– Ahora, digan que es excesiva la cantidad de datos que tienen que manejar los chicos, así seguimos manteniendo la coherencia del equipo, –agregó Dante– mientras dejaba a sus compañeros la consideración del trabajo realizado.

GUÍA SUGERIDA PARA EL ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

- ¿Tiene un título explicativo sobre el informe y su finalidad?
- ¿Tiene una introducción, de modo tal de lograr una idea previa sobre la lectura que se abordará?
- ¿Tiene un índice o guía para la lectura de su contenido?
- ¿Contiene planos del conjunto y de las diferentes partes del dispositivo?
- ¿Están elaborados bajo normativa técnica?
- ¿Están separados los diferentes aspectos que hacen al informe (por ejemplo: técnicos, económicos, anexos informativos, materiales y herramientas utilizadas, etc.)?
- La presentación, ¿es agradable a la vista?
- El texto, ¿es entendible para cualquiera que no tenga conocimientos previos sobre el producto?
- La terminología, ¿utiliza adecuadamente las palabras técnicas?
- La información, ¿es clara? ¿Es orientadora? ¿Es breve y precisa? ¿Es sólo la necesaria?
- ¿Es factible utilizar el artefacto sólo con la información disponible en el informe?

Independientemente de la alternativa que elijamos, es conveniente hacer referencia a la documentación orientadora del contenido sobre el cual se ha de demandar precisión y conocimiento, haciendo mención, por ejemplo, a las normas IRAM Nº 4501 y 4505 o, directamente, adjuntándolas.

ALGUNOS DATOS BÁSICOS SOBRE DIBUJO TÉCNICO - NORMA IRAM 4501 DEFINICIONES DE VISTAS

Introducción:

En la presente norma se establece el método de representación a emplear en el dibujo técnico, cuya vigencia es permanente en el orden educacional y profesional, tanto nacional como provincial. Dicho método es de origen europeo y la norma del epígrafe data del año 1941. La incorporación de la denominación "Método ISO (E)" y el símbolo correspondiente, obedece a la necesidad de diferenciarlo del método norteamericano-inglés, "Método ISO (A)" que se informa en la presente norma, de acuerdo con la recomendación de la *International Organization for Standardization* (ISO).

Definición:

4.1. Triedro fundamental. El formado por tres planos ortogonales situados detrás, debajo y a la derecha del cuerpo o pieza.

4.2. Vistas.

4.2.1. Vista. Proyección ortogonal sobre un plano, de un cuerpo o pieza situado entre el plano y el observador.

4.2.2. Vista fundamental. Proyección del cuerpo o pieza sobre uno de los planos del triedro fundamental, planos "A", "B", "C" de las figuras 1 y 2.

4.2.3. Vistas principales del cuerpo o pieza sobre planos paralelos a los del triedro fundamental, situados a la izquierda, arriba y adelante del cuerpo, planos "D", "E", "F" de las figuras 1 y 2.

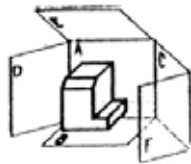


Figura 1

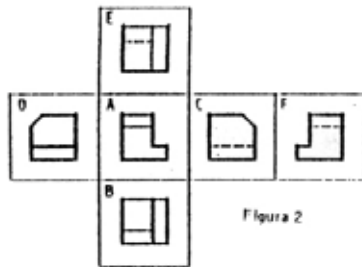


Figura 2

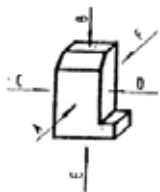


Figura 3

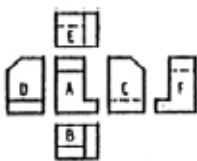


Figura 4

4.2.4. Vistas auxiliares. Las que se obtienen al proyectar el cuerpo o pieza o partes de ellos que interesen especialmente, sobre planos no paralelos a los del triedro fundamental.

4.2.5. Determinación de vistas. De acuerdo con el triedro fundamental y los planos paralelos a él, indicados en la figura 1, se obtienen tres vistas fundamentales, "A", "B" y "C", y tres vistas principales, "D", "E" y "F". Las flechas indican el sentido de observación perpendicular a cada plano de proyección (figura 3)

4.2.6. Vista anterior. La que se obtiene al observar el cuerpo o pieza de frente, considerando esta posición como la inicial del observador (figura 4A).

4.2.7. Vista superior. La que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde arriba (figura 4B).

4.2.8. Vista lateral izquierda. La que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde la izquierda de la posición inicial del observador (figura 4C).

4.2.9. Vista lateral derecha. La que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde la derecha de la posición inicial del observador (figura 4D).

4.2.10. Vista inferior. La que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde abajo (figura 4E).

4.2.11. Vista posterior. La que se obtiene al observar el cuerpo o pieza desde atrás (figura 4F).

ALGUNOS DATOS BÁSICOS SOBRE DIBUJO TÉCNICO - NORMAS IRAM 4505. ESCALAS LINEALES

Definiciones:

3.1. Escala. Relación aritmética entre las dimensiones del dibujo, que se indican en el numerador, y las respectivas dimensiones del cuerpo o pieza, que se indican en el denominador.

3.2. Escala lineal. La que relaciona dimensiones lineales del dibujo, y del cuerpo o pieza.

3.3. Escala natural. Escala lineal en la cual las dimensiones del dibujo son iguales a las respectivas dimensiones del cuerpo o pieza.

3.4. Escala de reducción. Escala lineal en la cual las dimensiones del dibujo son menores que las respectivas dimensiones del cuerpo o pieza.

3.5. Escala de ampliación. Escala lineal en la cual las dimensiones del dibujo son mayores que las respectivas dimensiones del cuerpo o pieza.

Condiciones generales:

4.1. En las escalas lineales, la unidad de medida del numerador y denominador será la misma, debiendo quedar, en consecuencia, indicada en la escala solamente por relación de los números, simplificada de modo que el menor sea la unidad.

Ejemplo:

$$\frac{10 \text{ cm}}{500 \text{ cm}} = \frac{1 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} = \frac{1}{50} = 1:50$$

4.2. Las escalas lineales que se usarán son las indicadas en la tabla:

CLASE	CONSTRUCCIONES CIVILES	CONSTRUCCIONES MECÁNICAS
	ESCALAS	ESCALAS
Reducción	1 : 5 1 : 10 1 : 20 1 : 50 1 : 100 1 : 200 1 : 500 1 : 1000	1 : 2,5 1 : 5 1 : 10 1 : 20 1 : 50 1 : 100 1 : 200
Natural	1 : 1	1 : 1
Ampliación	2 : 1 5 : 1 10 : 1	2 : 1 5 : 1 10 : 1

De esta manera, estaríamos incluyendo en la secuencia de trabajo el contenido conceptual que pretendemos que los alumnos dominen, lo hacemos a partir de la operatoria concreta, le adjudicamos sentido a su adquisición, proveemos elementos de anclaje en estructuras de pensamiento que se interrelacionan y lo convertimos en una pauta a cumplir dentro del proyecto tecnológico.

De regreso al proyecto de elaboración del *transgrupto*, es factible trabajar sobre otros aspectos del contenido: los saberes técnico tecnológicos de una tecnología específica.

Saberes generales compartidos por tecnologías de diferente base técnica	Saberes generales correspondientes a una tecnología específica	Saberes técnico- tecnológicos de una tecnología específica	Saberes científico- matemáticos aplicados a una tecnología específica
---	--	--	---

Aquí será necesario ocuparse específicamente de cuestiones tales como estructuras, materiales, formas de unión para los materiales elegidos, herramientas adecuadas, normas de seguridad. Los trabajos a realizar a partir de ahora, deberán cumplir –en cuanto a normativa– las condiciones respecto de la representación que fueron presentadas.



Seguramente, a esta altura y después de no poco pero sí precipitado trabajo, algunos grupos ya cuentan con algún germen de *transgrupto* que, si bien puede ser aceptable, no cumple una o más de las condiciones establecidas. Es probable que no levante el cajón, que no haya coincidencia con un eje de simetría, que no tenga algún elemento para la dirección o el frenado, que no respete los puntos de apoyo establecidos, etc., situación esperable si se tiene en cuenta la cantidad y complejidad de las limitaciones.

En casi todo los casos se podrá reconocer una situación similar: la idea es viable pero falta el fundamento que permita desarrollarla. Una estrategia posible es la comparación de soluciones a problemas similares que dieron lugar a la creación de diferentes mecanismos y dispositivos.

En este escenario, escuchamos:

- Ma sí, es lo mismo, yo lo dejo así; si no le gusta que lo haga él.
- Trabajé todo el domingo, le juro que andaba bien; me lo apretaron en el colectivo.
- Yo largo todo; con estos materiales no se puede hacer.
- Loco, yo me la llevo a diciembre y a otra cosa.
- A mí me parece que entendimos; pero, no entendimos y por eso no va.

Algunos conflictos cognitivos generan parálisis que los profesores tenemos que ayudar a superar, otros, proveen caminos de solución.

Cuando el alumno, mediante un proceso de recuperación de sus conocimientos previos toma conciencia de que no puede explicar el problema tecnológico que tiene frente a él, hemos logrado un punto de tensión imprescindible para que aprenda contenidos nuevos, que es llamado **conflicto cognitivo**. Sin él, todo nuevo conocimiento correría el riesgo de ser adquirido mecánicamente.

Para llegar a este conflicto, expresión de una auténtica necesidad de saber más, no basta con poner al alumno frente a una experiencia o a un texto. Tenemos que ayudarlo a ver en ellos algo para lo que no tiene respuestas... y darle ocasiones para encontrarlas. Se produce, así, un choque entre las ideas previas de los chicos sobre

Conflicto cognitivo

El conflicto cognitivo aparece básicamente como resultado de la falta de acuerdo entre los esquemas de asimilación de la realidad que el sujeto posee y la constatación de los observables físicos correspondientes. (Piaget, Jean. 1978. *La equilibración de las estructuras operatorias*. Siglo XXI. Madrid)

el tema y los datos de realidad o teóricos, acercados por el maestro o el profesor. En este conflicto, las ideas que el alumno consideraba como ciertas se agrietan, y surge en él la necesidad de reemplazarlas por otras más consistentes. El tomar conciencia de que no se posee una buena explicación, como el contar con la posibilidad de cometer errores en su búsqueda, son condiciones imprescindibles para una auténtica construcción del conocimiento.

A este punto de tensión en el que una vieja respuesta tiene que rendir cuentas de su potencialidad explicativa a una nueva, emergente, Howard Gardner²⁶ le dio el ingenioso nombre de **encuentro cristobaliano**, denotando con esta expresión que, también la nueva explicación, mucho más pertinente que la que el niño o el muchacho poseían, como sucedió con la de Colón, puede aún precisarse en sucesivos replanteos, cada vez más profundos, exhaustivos y críticos.

Así, la conclusión didáctica giraría en torno a que una formación de alumnos competentes sólo puede lograrse si las modalidades de conocimiento de los chicos entran en revisión frente a los conocimientos disciplinares y son reemplazados por estos últimos, superando, de este modo, las comprensiones erróneas, el uso de procedimientos acríticamente aplicados, y los estereotipos y simplificaciones.

Si los nuevos conocimientos tecnológicos no entran en colisión con los viejos, serán percibidos tan lejanos y ajenos como para desalentar todo intento de apropiación.

En el mejor de los casos, puede ser que sean reconocidos, pero no integrados al repertorio de saberes interiorizados por el alumno, que sigue considerando más válidas a sus concepciones intuitivas, por más que la concepción alternativa –en la que desconoce todo valor explicativo– haya sido muy bien presentada por su maestro o su profesor, a través de modelos claros o diseños didácticos que parecían muy convincentes.

El poner el eje didáctico en un estudiante constructivo, no implica en absoluto que la actividad del maestro y del profesor pase a ser accesorio. En esta reconstrucción del mundo que hace el alumno a través de actividades problematizadoras de carácter auténticamente reflexivo, existe un docente que posibilita el encuentro crítico entre el alumno y su realidad.

Volvamos a la tarea...

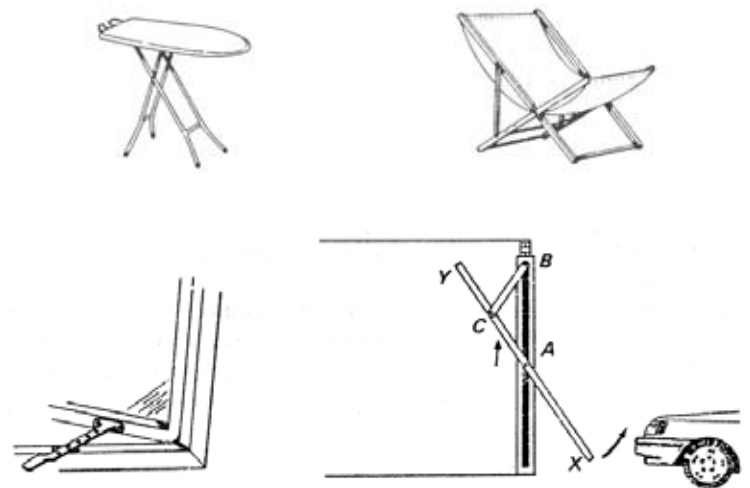
Es momento de apelar a la realidad para buscar cómo se integra nuestra unidad en diversos mecanismos y sistemas.

- Familiares aunque no necesariamente cercanos:



²⁶ Gardner, Howard. 1993. *La mente no escolarizada*. Piados. Buenos Aires.

- O en los artefactos y mecanismos de la casa:



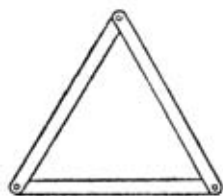
Obviamente, estas categorías –que se presentan aquí a modo de ejemplo, como una forma de integrar el mecanismo que estamos estudiando en un contexto de ficción a los datos de la realidad– no son únicas ni determinantes.

Pero, esta exploración del entorno, además de proveer datos para el trabajo, permite a nuestros alumnos la adquisición de hábitos de observación que son la base para el análisis de productos tecnológicos.

Disponer de estas referencias concretas, permitirá a los alumnos formular juicios más certeros a preguntas orientadoras:

- ¿Cómo trabaja el triángulo en cada caso?
- ¿Es un elemento estático o dinámico dentro de la estructura? ¿Por qué?
- ¿Qué similitudes tiene con el mecanismo que ustedes pensaron?
- ¿Qué diferencias?
- ¿Cuál puede ser apropiada para mejorar nuestro diseño?

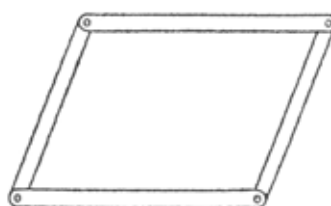
para vincular el problema que enfrentan con alguna de las soluciones preexistentes, identificando en ellas los componentes análogos a los que conforman nuestro objeto de trabajo, el triángulo, qué función cumple y cómo lo hace.

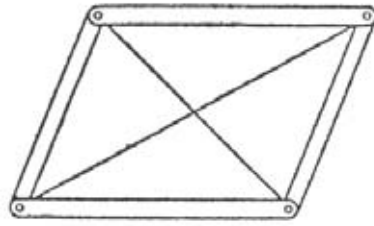


En todos los casos, se advierte que la propiedad fundamental del triángulo aplicado a una estructura es su rigidez, característica proporcionada por su condición geométrica: **tres segmentos de recta determinan un único triángulo.**

Esta propiedad se identifica más claramente cuando se agrega un segmento más a la figura y se las compara. Se puede advertir, entonces, que **cuatro segmentos de recta forman infinitos paralelogramos.**

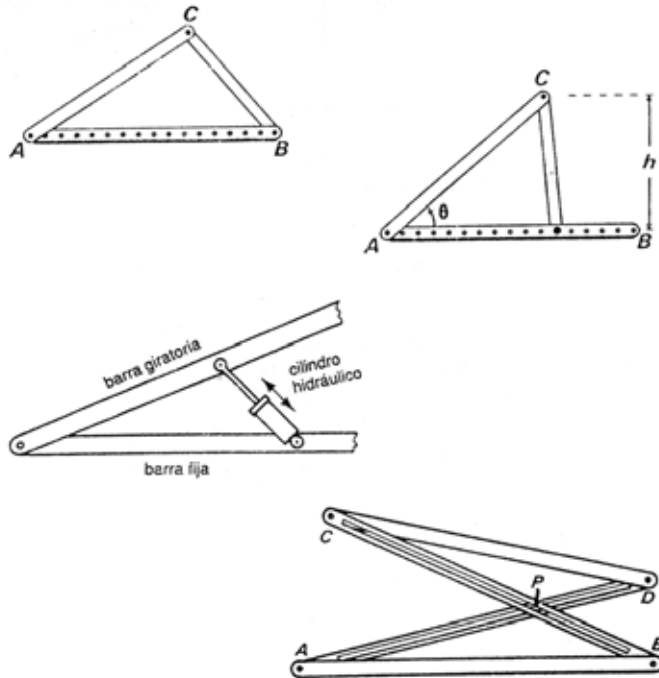
Por lo tanto, sus condiciones para soportar peso (sobre los segmentos y en los vértices) es substancialmente distinta. Así, si se requiere utilizarlo en una estructura, es necesario convertir en varios de tres los cuatro segmentos.





Realizar un trabajo concreto con estas dos figuras permite interpretar más acabadamente y con mayor facilidad cómo operan los esfuerzos de flexión, compresión y tensión a que suelen ser sometidos los materiales, un conocimiento necesario para comprender los problemas de estructuras mecánicas que, desde el punto de vista conceptual, requiere ser trabajado como aporte de conocimiento científico-matemático.

Si bien es factible profundizar la temática, a partir de una estrategia similar a la empleada cuando abordamos los sistemas de representación, el interés de los docentes está centrado, por el momento, en lograr que el *transgrupto* sea operable. El aporte, entonces, consiste en ampliar y precisar la información relacionada con la unidad en estudio, para vincular la variación de la base del triángulo con la modificación de sus ángulos, la altura de sus vértices y la longitud de sus segmentos.



Bolt, Brian. 1992. Matemáquinas. La matemática que hay en la tecnología. Labor. Barcelona.

Estas variaciones, que se determinan con exactitud a partir de cálculos trigonométricos, suelen estudiarse sobre figuras estáticas y, habitualmente, desvinculadas de mecanismos o sistemas operables, en los que tal conocimiento es una necesidad operativa.

Cada grupo de alumnos determinará cuál de los mecanismos presentados puede ser apropiado para integrarse en la idea que ha estado desarrollando.

Saberes generales compartidos por tecnologías de diferente base técnica	Saberes generales correspondientes a una tecnología específica	Saberes técnico-tecnológicos de una tecnología específica	Saberes científico-matemáticos aplicados a una tecnología específica
---	--	---	--

Los profesores, luego de la orientación teórica, plantean nuevos condicionantes:

- Antes de armar un nuevo dispositivo, es necesario presentar el cálculo gráfico del desplazamiento de cada una de sus partes, para determinar cómo y cuánto se elevará el cajón.

Remiten, así, a sus alumnos a los saberes de base científica y matemática que sustentan el funcionamiento del dispositivo.

A esta altura, la documentación técnica comienza a ser considerable y exige que el docente utilice más tiempo para evaluarla, dejando para los muchachos la búsqueda de información sobre los aspectos técnicos señalados, los cuales, de todos modos, será necesario reencauzar y sistematizar reiteradamente.

Es en esta fase cuando reaparecen en el grupo controversias similares a las que se dieron en el momento de definir el problema.

Además de los “pase de factura”, en esta etapa del proceso de resolución del problema suelen presentarse los:

- Yo dije que hacerle caso a lo que dijo Benegas era suicida.
- Y eso, ¿dónde lo busco?
- El asunto es que funcione; para lo otro, le meto en la carpeta las fotocopias del libro de matemática.
- Eso no tiene nada que ver; hacéme caso que la tengo reclará.
- Yo no la veo; por más que miro los dibujitos, no entiendo cómo hago para hacer que suba esta porquería.
- Pero dijo que lo teníamos que saber explicar y definir.

La controversia tampoco estaba ausente entre los docentes a cargo de los cursos.

Ernesto, impaciente, fue uno de los primeros en expresar sus dudas:

- Yo los veo muy desorganizados y confundidos; pensá que ya transcurrieron dos meses y muchos de los temas que teníamos en la planificación todavía están *en veremos*, por lo menos en mi curso.

Dante, cauto, expresaba –sin embargo– cierto optimismo.

- A mi entender, tienen que tomar decisiones de todo tipo por cuenta y responsabilidad propia, basándose en la gran cantidad de información que tienen entre las manos. Eso los desconcierta un poco. Pero, los grupos que van superando esa limitación ya empiezan a mostrar resultados.

El optimismo de Natalia, en cambio, aunque no lograba vencer las reservas de Ernesto, era notable.

Controversia

Las relaciones que se establecen entre los alumnos a lo largo de las actividades tienen una influencia importante en el aprendizaje tecnológico de cada uno. Cuando, durante una tarea, los integrantes del grupo explicitan puntos de vista distintos y hasta divergentes, se produce un intercambio intelectual de sustancial importancia, la **controversia**, que permite a los chicos revisar las explicaciones propias, a la luz de las explicaciones de sus compañeros y las de su maestro o profesor, optando por las más satisfactorias. “En la controversia resuelta de forma constructiva, se produce un conflicto conceptual que, a su vez, genera sentimientos de incertidumbre y un desequilibrio cognitivo y afectivo en los participantes; este desequilibrio lleva a buscar nueva información y a analizar desde perspectivas novedosas las informaciones disponibles (...) Cuando la confrontación se establece entre esquemas de sujetos diferentes, que se produce en el transcurso de la interacción social, la denominación precisa es *conflicto socio-cognitivo*” (Perret-Clermont. A. N. 1990. *La construcción de la inteligencia en la interacción social*. Visor. Madrid)

– ¿Cuándo viste a los chicos tan interesados por un trabajo? Me paran en los pasillos, en la cantina, consultan con otros profesores, buscan por su cuenta en la biblioteca. ¿O eso no pasa en tu curso? ¿No te llegaron esos ecos? ¿Te parece que no significa nada? En última instancia, nosotros estamos ejerciendo una vigilancia bastante activa sobre nuestros actos y esa es la mejor garantía.

– Si, es así; pero, por momentos, veo las cosas bastante difusas. De lo que tengo plena seguridad, es de no tener casi ninguna certeza y sí muchas conjeturas.



A los pocos días, Dante acercó algunas reflexiones filosóficas que contribuyeron a serenar los ánimos:

CONJETURAS Y REFUTACIONES

Nuestro conocimiento progresa mediante anticipaciones injustificadas (e injustificables), suposiciones, por ensayo de soluciones a nuestros problemas, mediante conjeturas.

Estas conjeturas están controladas por la crítica, es decir, por intentos de refutación, lo que incluye severas pruebas críticas. Pueden superarse estas pruebas, pero nunca puedan estar positivamente justificadas: no pueden establecerse como verdaderas ni siquiera como “probables” (en el sentido del cálculo de probabilidades).

La crítica de nuestras conjeturas es de decisiva importancia: encontrar nuestros errores nos hace entender las dificultades del problema que estamos tratando de solucionar. Así es como llegamos a estar más impuestos sobre nuestro problema y a ser capaces de proponer soluciones más maduras: la refutación de una teoría –es decir, de cualquier ensayo serio de solución de nuestro problema– es siempre un paso adelante que nos acerca a la verdad. Así es como podemos aprender de nuestros errores.

Según aprendemos de nuestros errores, nuestro conocimiento aumenta, incluso sobre algo que no podemos conocer plenamente, o sea, conocer con certeza. Dado que nuestro conocimiento puede aumentar, no puede haber razón para que la razón se desespere. Y dado que nunca podemos conocer con certeza, no cabe aquí la autoridad, porque cualquier problema de autoridad o trastoca nuestro conocimiento o se debe a la presunción.²⁷

En la tarea de Noveno Segunda podemos apreciar que –a partir de esta fase de trabajo– se superponen marcadamente las tareas, los contenidos a desarrollar y las necesidades de su interrelación. No será posible predecir cuánto modificará su altura el triángulo si se desconocen las relaciones trigonométricas para justificarlo. No será posible representarlo gráficamente si no se poseen las nociones de escala. Y, ninguna de las dos cuestiones se podrá concretar si no se ha conceptualizado el mecanismo y su forma de funcionamiento.

²⁷ Popper, Karl. 1963. Conjeturas y refutaciones. Paidós. Buenos Aires.

Llega el momento, además, de revisar las pautas organizativas que se ha dado el grupo.

- ¿Fueron consultadas?
- ¿Fueron adecuadamente estimados los tiempos?
- ¿Se realizaron diagramas para visualizar acciones?
- ¿Fueron útiles?
- ¿Se estimaron costos?
- ¿Es adecuada la documentación?
- ¿Coincide con las necesidades del proyecto?
- ¿Refleja adecuadamente las etapas concretadas?
- ¿Respete las normativas formales para su presentación?

Éstas, que son sólo algunas de las preguntas a formularse, conducen generalmente hacia la “zona de los grandes lagos”.



La documentación técnica suele ser una acumulación de fotocopias y papeles arrancados de carpetas y cuadernos: arrugados, doblados en cuatro, concienzudamente desordenados y con un democrático reparto de manchas de grafito, tinta, pegamentos varios y sustancias indeterminadas.

Ante la pregunta:

– ¿Ésa es la documentación técnica del proyecto?

Un rotundo “Sí” indica la necesidad de establecer por escrito los lineamientos para la presentación.

Es conveniente, entonces, acercar a los alumnos un listado exhaustivo. La expectativa, sin embargo, no está centrada en que el listado sea completado como un formulario; está orientada a que tomen dimensión de la multiplicidad de tareas que es necesario realizar para concretar un proyecto.

Como en todo caso de tratamiento de un contenido nuevo, a pesar de presentarse en su complejidad, la demanda de precisión será gradual, progresiva y a partir de sucesivos acercamientos que incluyan siempre la posibilidad de reformulación por parte de los alumnos.

En proyectos posteriores, demandaremos el manejo de cada vez mayor cantidad de variables, con un nivel cada vez más acentuado de precisión y amplitud. Es aconsejable que cuando se incluyan gran cantidad de variables a considerar, la demanda de precisión se concrete sobre una o dos de ellas.

Saberes generales compartidos por tecnologías de diferente base técnica	Saberes generales correspondientes a una tecnología específica	Saberes técnico-tecnológicos de una tecnología específica	Saberes científico-matemáticos aplicados a una tecnología específica
---	--	---	--

Será decisión de cada docente, en función del grupo de alumnos, los objetivos prefijados, el año dentro del ciclo y el nivel en que se desarrolla la actividad, entre otras cuestiones, determinar cuánto se profundiza en cada tipo de saberes y qué aspectos se privilegian en cada situación de aprendizaje.

Cuando Ernesto, Natalia y Dante se enfrentaron a la necesidad de que los muchachos pudieran dar cuenta del trabajo realizado por medio de un registro escrito, debieron atender –como en otras circunstancias– a las cuestiones operativas del momento y a la adquisición de contenidos nuevos.



Presentaron a sus alumnos un ejemplo que consideraron adecuado para el ordenamiento de los datos y para la formulación de una memoria técnica:

APROXIMACIÓN METODOLÓGICA PARA INSTRUMENTAR EL PROYECTO (FASE CONSTRUCTIVA)

Nombre del proyecto:

Nombre de los integrantes del grupo:

Lineamientos básicos:

a) **Dimensionamiento:** (En todos los casos la tolerancia será $\pm 0,5$)

- Formas y medidas. Vistas. Selección de las escalas.
- Esquema descriptivo con dimensiones para el conjunto armado.
- Enumeración de las partes componentes del conjunto y cantidades necesarias de cada una.
- Esquema descriptivo con dimensiones para partes del conjunto. (en el caso de piezas complejas).

b) Elección y costo de los materiales:

- Listado de los materiales posibles. Elección según la función a cumplir. Posibles ventajas y desventajas de cada uno de los materiales de acuerdo a: posibilidad de acceso; costo; características; herramientas necesarias para cada caso; formas de trabajo según las herramientas disponibles; formas de unión.
- Material principal: En base a los esquemas elaborados en el punto a, establecer alternativa posible).
Costo aproximado.
- Material complementario: En base a los esquemas elaborados en el punto a, establecer alternativa posible).
Costo aproximado.
- Otros materiales y/o accesorios para la construcción: (clavos, tornillos, pegamento, soportes, pintura, etc.)
Descripción.
Costo aproximado.
- Costo total estimado.
- Tiempos estimados para la realización del conjunto y de cada una de las partes.
- Correcciones:
¿Cuál es el costo más significativo? ¿Cómo se puede modificar esta situación? Si es necesario reemplazar el material principal, ¿qué altera esto en el dispositivo? ¿Sigue siendo viable?

c) Construcción:

- Listado elemental de partes; medición y corte de acuerdo a esquemas previos; unión de las partes componentes.
- Comprobaciones relativas al armado; rigidez; alineación; verificación con los esquemas previos; corrección del esquema o del trabajo.
- Unión de las distintas partes en un todo.

d) Evaluación - Rediseño:

Registros, informes, exposición de resultados, etc.

Saberes generales compartidos por tecnologías de diferente base técnica	Saberes generales correspondientes a una tecnología específica	Saberes técnico-tecnológicos de una tecnología específica	Saberes científico-matemáticos aplicados a una tecnología específica
---	--	---	--

En esta etapa de proyecto constructivo, los profesores introducen conceptos relativos a las tecnologías gestionales, en el contexto de reorganización de una tarea productiva concreta, cuyo resultado debe ser evaluado y, eventualmente, mejorado.

El aporte de contenidos en esta etapa del trabajo –que aborda el análisis de las tareas productivas realizadas en las anteriores– debido a su amplitud, se regulará en

función de las necesidades del grupo. En general, se propone a los alumnos la realización de entregas sucesivas, parcializadas de modo tal que les permita evaluar y reorientar correctamente el trabajo.

Entonces, partiendo del reconocimiento que los chicos pueden hacer de su propia labor y el aprovechamiento de sus errores, dividimos los diferentes momentos del trabajo realizado:

- Planificación de tareas y operaciones.
- Selección de técnicas constructivas.
- Análisis de factores económicos y de organización.

Podrán comprobar, entonces, que para **planificar tareas y operaciones** se requiere identificar materiales, herramientas, y componentes o partes del dispositivo ya construido o por construir.

Esa tarea requiere contar con instrumentos que permitan disponer en forma rápida y precisa de las informaciones, por ejemplo, para la identificación de cada una de las piezas construidas.

Es el momento de acercar una guía orientadora para la realización de un “organizador” de información, por ejemplo:

Nº de Pieza	Denominación	Material	Medidas
1			
2			
3			

Donde:

- **Nº de pieza:** Indica la pieza o componente del dispositivo, numerada arbitrariamente o según las vistas del plano.
- **Denominación:** Indica el nombre de la pieza o componente, según la función que desempeña en el conjunto.
- **Material:** Indica el tipo de material a utilizar (madera, plástico, perfil en I, etc.)
- **Medidas:** Indica las medidas de la pieza en cada una de sus dimensiones.

Además, se realiza a partir de aquí una tarea orientada a reflexionar sobre el proceso productivo, en la que se requiere desarrollar una **hoja de proceso** que permita visualizar todos los pasos que se han seguido para construir una pieza o componente.

Como mínimo, esta hoja de proceso debe contener los siguientes datos:

- Operación realizada.
- Herramientas utilizadas.
- Esquema de la pieza.
- Tiempo de ejecución de la pieza.
- Observaciones (en caso de haberlas)

Será necesario acercar a los alumnos información relativa a la manera de construir la hoja y los contenidos que implica, en términos generales y específicos. Por ejemplo:

HOJA DE PROCESO DENOMINACIÓN:				
OPERACIÓN	HERRAMIENTAS	ESQUEMA	TIEMPO	OBSERVACIONES
TRAZADO	Metro, regla, lápiz, escuadra		10 minutos	Trabajar sobre una superficie lisa y plana
CORTE	Sierra, trincheta, morseta		10 minutos	Sujetar la pieza por medio de morsetas

Adicionado a la hoja de proceso, con la finalidad de observarlo, evaluarlo o modificarlo será necesario realizar el seguimiento analítico de las operaciones del proceso de construcción para lo cual se utilizarán diagramas especiales.

El **diagrama**, en el caso de un proceso productivo, es una representación de una serie de operaciones, fases o etapas que intervienen en el proceso de elaboración de un determinado producto o parte del mismo.

Es un sistema de representación de la dinámica del proceso que permite apreciar rápidamente y de manera general, cuestiones tales como cantidad de operaciones, transporte de la pieza de un lugar a otro, revisiones, demoras, almacenamiento, etc.

Supone la utilización de símbolos que representan estados, momentos o situaciones del proceso. La semántica de la simbología está basada en las normas ASME – *American Society of Mechanical Engineering*– que para los procesos productivos consta de cinco básicos con una sintaxis particular:

SEMÁNTICA (ACTIVIDAD)	SINTAXIS (CARACTERÍSTICAS)
Operación Transporte Inspección Retraso Almacenaje	Produce o realiza Mueve de un lugar a otro Controla o verifica Interfiere o detiene Deposita o activa

Los símbolos son los siguientes:



OPERACIÓN

Representa la transformación que se realiza sobre una materia prima durante el proceso de fabricación, con la finalidad de incorporarla como componente de un producto o como producto terminado.





TRANSPORTE

Representa el movimiento que realiza el producto de un lugar a otro, para someterlo a distintas operaciones de transformación.






INSPECCIÓN

Representa el lugar o el momento donde el producto es analizado, examinado, identificado y revisado en lo que corresponde a características propias (calidad, peso, medidas, etc.).








-  **RETRASO**
Representa el lugar o el momento en el cual el producto queda momentáneamente detenido antes de seguir el curso de su proceso.
-  **ALMACENAJE**
Tiene lugar cuando el producto –en su condición de parte o elemento incorporable, o como producto terminado– llega a su etapa final.

Estos símbolos tienen variantes combinadas, cuando se superponen. Por ejemplo:

-  **OPERACIÓN E INSPECCIÓN**
-  **DEMORA E INSPECCIÓN**
-  **INSPECCIÓN FINAL Y ALMACENAJE**

Todos ellos se combinan en una secuencia que utiliza como insumo la hoja de proceso y que expresa el desarrollo de los diferentes momentos productivos.

Un ejemplo es el siguiente:

Tiempo		Descripción de las etapas
22'		Fundición de cuerpo.....
8'		Realización taladros y guías.....
3'		Inspección.....
15'		Rectificación superficies.....
2'		Transporte a almacenes.....
4'		Inspección.....
3'		Almacenaje en.....

En este caso, estamos representando un diagrama de proceso de movimientos en un lugar de trabajo; pero, también se utilizan estos recursos para representar diagramas de procesos continuos (por ejemplo, químicos) o procesos múltiples (por ejemplo, físico-químicos). Con pocas variantes, estos diagramas también se utilizan para representar procesos administrativos. En nuestro país están regulados por la norma IRAM 34501.

El desarrollo del proceso permite abordar, además de los aspectos técnicos y organizativos, las cuestiones económicas. A partir del desglose de las tareas, se pueden cuantificar los recursos involucrados tanto en sus aspectos materiales, como en aquéllos que conciernen a las personas; esto posibilita contar con una visión detallada sobre aspectos que determinan o influyen en el costo de un producto que sería muy difícil percibir de otro modo.

Trabajar este tipo de cuestiones con los chicos, tiene una vertiente novedosa y otra... catastrófica.

Cuestiones de lo más insólitas suelen plantearse en el momento de acompañar a nuestros alumnos en la reconsideración de su trabajo:

- En el único lugar donde conseguí los materiales que pedía fue en un negocio del centro.
- ¿Cuánto gastaste entre viaje y materiales?
- Nada. Fue mi mamá.
- A mí tampoco me salió nada porque me los dio mi primo.

- Me parece que yo estoy equivocado... ¿Qué dice donde está el símbolo de transporte?
- En colectivo. Lo transportamos en el colectivo. ¿Qué tiene de raro? Y el retraso fue poco, porque a la hora que vinimos, no había casi nada de tránsito.

- En Castellano justo hablamos de semántica y yo dije que sabía lo que era. Mostré los cuadritos que nos dio.

- Y, ¿entonces?
- Me pusieron cinco amonestaciones y creo que me la llevo previa.
- ¿Por qué?
- Cuando dije que semántica era operación, transporte, inspección, retraso y todo eso... y que sintaxis era lo otro... me sacó del curso, me amonestó y me puso un uno.

- En las observaciones de la hoja de proceso dice que hay que trabajar sobre una superficie plana, ¿cómo puede ser que esta pieza esté en estas condiciones?

- Es que la hoja de proceso la hizo Medina que tiene computadora y la pieza la hicimos nosotros.

- Pero, ¿ustedes no leyeron lo que hizo Medina?
- No. ¡Este es un buen equipo! Esa parte le tocaba a él. Cada uno hace lo suyo.

De todos modos, cada testimonio de las clases de Natalia, Ernesto y Dante está hablándonos de aprendizaje.

El *aprendizaje significativo* se opone al aprendizaje arbitrario por simple recepción, por simple reproducción.

El aprendizaje es un proceso caracterizado por saltos, avances, retrocesos, parálisis, miedos, detenciones y construcciones; esto es, el aprendizaje es un proceso dinámico (...) un proceso que parte de síntesis iniciales, como totalidades que se perciben con cierto grado de indiscriminación y que posibilitan análisis, como descomposiciones de la totalidad a partir del apoyo en elementos teóricos explicativos, para poder construir nuevas síntesis, como totalidades nuevas que, a su vez, llevan en sí mismas el elemento de la contradicción, lo que posibilita la construcción de nuevas hipótesis, para reiniciar un proceso de destotalización, en análisis posteriores²⁸.

La esencia del aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario sino sustancial con lo que el alumno ya sabe. El material que aprende es potencialmente significativo para él²⁹.

Aprendizaje

El aprendizaje consiste, como postula la concepción constructivista, en un proceso de construcción de significados y de atribución de sentidos, cuya responsabilidad última corresponde al alumno. “[Pero] se puede y se debe enseñar a construir. Si bien nadie puede suplir al alumno en su proceso de construcción personal, nada puede sustituir la ayuda que supone la intervención pedagógica para que esa construcción se realice”. (Coll, César. 1991. “*Constructivismo e intervención educativa ¿cómo enseñar lo que se ha de construir?*”. Congreso Internacional de Psicología y Educación *Intervención educativa*, Madrid. Nuestro alumno **ha construido un significado** cuando ha cambiado sus ideas previas, sus explicaciones iniciales como consecuencia de la integración de nuevos contenidos tecnológicos. Nuestro alumno **ha atribuido un sentido** al contenido de aprendizaje cuando advierte que éste está relacionado con su realidad, con problemas que lo rodean para los que no tenía respuesta.

²⁸ Díaz Barriga, Ángel. 1984. Didáctica y currículum. Nuevomar. México.

²⁹ Ausubel, D. 1976. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Trillas. México.

Los conocimientos que ha construido el alumno a partir de sus experiencias anteriores inciden de modo fundamental en los nuevos aprendizajes, actuando como facilitadores pero, también, como obstaculizadores.

Un objeto de conocimiento tiene *sentido* para el alumno cuando puede utilizarlo para la solución de problemas de la realidad para los cuales, hasta entonces, no tenía respuesta.

El sentido no es un atributo de los contenidos en sí mismos; no podemos afirmar que un contenido tenga o no tenga sentido. El sentido es una relación que se establece entre el chico que aprende y el contenido que su maestro y su profesor le presentan; establecer esta relación, exige del alumno entender el porqué y el para qué de la propuesta de aprendizaje, comprometerse con ella, comprender que va a serle útil, generar, por fin, una disposición a aprender.

Nuestra acción docente, en estos momentos de búsqueda de sentido de los saberes tecnológicos, consistiría en prever momentos para analizar los objetivos de la clase, la dinámica de trabajo que se va a desarrollar y la relación del nuevo contenido con cuestiones de la realidad de los muchachos.

Mientras tanto...

En el mismo lugar y en otro grupo, el alarido surgió espontáneo:

– ¡¡¡Suuuube!!!

La fuerza de atracción fue equivalente a la del sol.

Ernesto se quedó explicándole al aire, porque el interlocutor que un instante antes tenía delante, ya formaba parte del tumulto que pugnaba por ver la maravilla.

Después de mucho trabajo, ensayos, cambios de material, readaptaciones, cálculos, enojos, protestas y desvelos, el grupo donde Molfessa desorganiza las estructuras y aporta las ideas alocadas, terminó un dispositivo que funcionaba.

Ya estaban muy cerca la semana previa. Habían logrado que el grupto subiera; pero, los elementos que conformaban el sistema de dirección del transgrupto interferían para lograr la separación del suelo que marcaba la consigna.

– Mal calculados los ángulos, mal calculado el desplazamiento-, dijo Ernesto con tono admonitorio.

– Como se ve que usted no tiene que hacerlo de nuevo-, dijo Molfessa (entre otras cosas).

Hasta allí, habían logrado superar los fracasos originados en

- la ubicación de las zapatas de sujeción (cuando al apretar el tornillo para achicar la base del triángulo perforaron los laterales del grupto),
- la no coincidencia de la estructura con los ejes de simetría (que les impedía dirigir adecuadamente el desplazamiento),
- la estructura actuando como conjunto (que cuando se cargó el grupto con el equivalente a la relación peso tamaño calculada, se desarmó);

y todo parecía funcionar adecuadamente.

Un éxito busca otro éxito y Sanabria (la antítesis de Molfessa), se animó a presentar una voluminosa carpeta con el informe técnico.

– Y, ¿cómo sabían que esta vez sí funcionaría?

– Primero, porque calculamos y dibujamos esos dichosos triángulos como media docena de veces. Segundo, porque Molfessa y *Peluca* ya habían probado en el taller el cierre y la resistencia de los triángulos. Tercero, porque la carpeta la tenemos terminada desde hace un mes. Cuarto, porque hicimos un pacto secreto: repetir el año, sí; repetir otra vez ese perchero de hotel, nunca.

El trabajo era realmente bueno. Si bien los datos del ensayo habían sido “dibujados” previamente, los protocolos eran aceptables y bastante completos.

Inclusive, debido a las dificultades y discusiones que trajo aparejada la medición de algunas de las variables prefijadas, los muchachos habían diseñado algunos instrumentos *ad-hoc* que eran bastante imaginativos: un compás de interiores construido con dos tenedores descartables, un resorte y un tornillo aterrajador; una balanza con dos cartones, algunos imanes y un poco de pegamento.

Lo notable en esas situaciones era el trabajo, la imaginación y el empeño para demostrar **su** medida, antes que aceptar el error.

– Lo leímos en una agenda de las leyes de Murphy: “Si los hechos no van de acuerdo con la idea, deben ser desechados”.

Como la discusión giraba alrededor de los milímetros, los miligramos y otros submúltiplos, tuvieron una ocasión inmejorable para trabajar los conceptos vinculados a:

- error y
- tolerancia.

Para los primeros, coordinaron la tarea con los colegas de física y matemática; para los segundos, realizaron un pequeño aporte informativo.

DETERMINACION DE TOLERANCIAS PARA LA FABRICACIÓN Y EL MAQUINADO, SEGÚN ISA

Tolerancia: Se designa con el nombre de tolerancia el error admisible en una determinada medida.

Las cotas de una pieza, que se desea que se fabrique sin error o con un determinado error tolerado, se indican de la siguiente manera:

Ejemplo:

Sin error en (+) ni menos (-)

150 ± 0

Ejemplo:

Sin error en (+); con error en menos (-)

+0

230

-0,025

Ejemplo:

Con error en (+) y en menos (-), pudiendo ser éste igual o diferente

+0,17

$180 \pm 0,030$ 300

-0,020

Para agujeros y ejes se emplean las tolerancias ISA, existiendo una región de tolerancias con respecto a la línea cero que se designa con letras. Las piezas exteriores (agujeros) se representan con letras mayúsculas, desde la A hasta la Z, mientras que las piezas interiores (ejes) por minúsculas comprendidas entre la a y la z. En ambos casos, se excluyen las letras *i, l, ñ, o, q* y *w*.

Con respecto a un agujero y eje, se han de distinguir las siguientes partes:

D \Rightarrow diámetro real

D_{min} \Rightarrow diámetro mínimo

D_{máx} \Rightarrow diámetro máximo

T \Rightarrow tolerancia (diferencia entre $D_{máx} - D_{min}$)

En esta etapa de discusiones, intercambio de ideas, relecturas y reinterpretaciones de la consigna de trabajo, los muchachos lograron, además del conocimiento conceptual e instrumental sobre varios temas, algunas conclusiones difusas, pero interesantes:

– Al final, trabajamos más para no hacer de nuevo el trabajo, que si hubiéramos hecho todo el trabajo de nuevo.

– Lo que me sirvió de veras es que cuando el de física empezó a hablar, yo ya la tenía reclará. Cuando vio las pruebas no lo podía creer, casi se desmaya. “¿Éste es el mismo curso del año pasado?”, dijo. Regrosso.

Era el momento de completar en la práctica el instrumento de evaluación que dos meses antes había sido objeto de ardua negociación.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN**TRABAJO N°...**

Integrantes del grupo de trabajo:

.....

	VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CORRECCIÓN	PARCIAL		TOTAL	
DISEÑO Y REPRESENTACIÓN DE PRODUCTOS Y PROCESOS	Originalidad Precisión Prolijidad Cumplimiento del cronograma establecido Ajuste a las pautas previas (materiales, dimensiones, costos, etc.) Ajuste a la normativa correspondiente				
CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO	Precisión Prolijidad Cumplimiento del cronograma establecido Ajuste a las pautas previas Eficiencia Eficacia Inocuidad				
TRABAJO GRUPAL	Coordinación en los roles Respeto entre los integrantes Coherencia en las acciones Superación de los conflictos				
TOTAL					

La nota correspondiente al trabajo será el resultado de valorar la tarea realizada sumando la totalidad de los criterios expuestos y dividiendo el resultado por diez.

El mínimo para aprobar cada una de las instancias previstas será :

DISEÑO Y REPRESENTACIÓN:Puntos

CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO:Puntos

TRABAJO GRUPAL:Puntos

Apellido :

Nombre :

Fecha :

Fue el resultado de un trabajo conjunto que condujo a reacomodamientos varios.

– ¿Qué son esos criterios de qué?

– Las pautas que vamos a utilizar para analizar el trabajo. Las vamos a valorar y, a partir de allí, vamos a llegar a lo que a ustedes les interesa por sobre todas las cosas: la nota.

– Para mí ponga un diez y no se tome más trabajo.

– Con un seis me conformo.

– Los de Boca, ¿tenemos algún privilegio?

Llevó cuatro horas de clase confeccionar la tabla y otras tantas «ajustarla». Y allí también fue necesario hacer algún aporte de información.

Eficacia:

Decimos que una acción o un conjunto de acciones es eficaz –desde el punto de vista técnico– cuando el objetivo perseguido se consigue con el mínimo de dispersión entre aquéllas.

Eficiencia:

Hablamos de eficiencia cuando hacemos referencia a la economía en la utilización de los recursos materiales, inmateriales y de tiempo que se aplican para lograr un resultado.

Inocuidad:

La consideramos respecto de un producto, cuando evaluamos los riesgos que su producción o utilización puede acarrear, desde el punto de vista de los daños ambientales o socioculturales.

Si bien las pautas fueron suministradas por el docente, fueron los alumnos quienes determinaron el valor relativo de cada uno de los ítems y sus variables.

Fue notable verificar cómo, lo que inicialmente consideraron un “negocio brillante”, fue caratulado más tarde como una “operación ruinosa”.

- Primero vamos a los totales.
- Usted ponga: sesenta puntos para el trabajo grupal, treinta para el diseño y diez para la construcción.
- Bien.
- Y, ¿qué pasa si el grupo se desarma?
- Se pierden los sesenta puntos.
- ¡Eso es un aplazo!
- Sí.
- No. Entonces, mejor ponga: sesenta el diseño, treinta el trabajo grupal y diez la construcción.
- ¿Todos de acuerdo? Bien. Ahora valoramos cada uno de los ítems particulares. Tenemos una copia de la planilla cada uno y cada vez que evaluamos un trabajo lo hacemos con esa base. Esto es un compromiso general y por lo tanto es inamovible. ¿De acuerdo?
- De acuerdo.

El transcurrir de los días hizo que alguno de los grupos intentara la construcción del dispositivo.

Las dificultades que encontraron no eran menores. La noticia comenzó a circular. Las preguntas llegaron. Las respuestas polarizaron las opiniones.

- Es un bardo total, no va andar nunca. Dejalo en diez.
- Pero, atendé. Dijo que si no funciona, te anula la parte del diseño porque quiere decir que no estaba bien pensado. Precisión son quince, ajuste a las pautas son veinticinco. Si no funciona fuiste, perdiste cincuenta. Tiene que funcionar sí o sí.
- Y bueno... si funciona te habilita todo lo demás.
- ¿Y vas a trabajar como un preso para sacar nada más que diez puntos? ¿Qué te pasa?



Finalmente y luego de intercambiar puntos de vista y sopesar posibilidades durante un rato, “cerraron trato” en algo más equilibrado: cuarenta para el diseño, treinta y cinco para la construcción y veinticinco para el trabajo grupal.

De todas maneras, independientemente de los valores relativos, al estar interrelacionados los ítems, una falla en una variable arrastraba al resto.

Si consideramos el diseño, la única variable casi libre es la originalidad de la propuesta; la precisión fue aplicada a todo lo incluido en diseño y afectada, por lo tanto, ante el incumplimiento de cualquiera de las variables en juego.

Idéntica situación se presenta en la etapa constructiva. Las técnicas utilizadas para la elaboración, a pesar de no estar explicitadas en el instrumento de evaluación, son las que determinan –al interactuar con los materiales y las herramientas utilizadas– el comportamiento del resto de las variables. La única relativamente libre pasa a ser la inocuidad.

Si sumamos las cuestiones que se presentaron en el trabajo grupal, donde fue necesario “limar asperezas” en forma permanente porque la única posibilidad de modificar los grupos estaba prevista al avanzar en una consigna diferente, los muchachos pudieron conceptuar –sin lugar a dudas– qué significa variable dependiente, variable independiente y variable asociada.

El instrumento de evaluación tuvo otro valor no previsto inicialmente.

Tenía que ser completado por los muchachos (como máximo, quincenalmente) para verificar el avance del trabajo desde su propia perspectiva. La función docente era corroborar lo escrito con los datos de la realidad. No existieron protestas por las notas aunque, agravar fervientemente el instrumento de evaluación, se hubiera convertido en un deporte.

Las virtudes del no saber son las que realmente cuentan a la larga. En el análisis final, lo que hacemos cuando no sabemos algo, determina lo que sabremos al final.

Además, es muy posible ayudar a los niños a desarrollar estas virtudes. Brindar ocasiones como las descritas aquí, aceptar las sorpresas, el desconcierto, la excitación, la paciencia, la precaución, los intentos honestos y los resultados equivocados como elementos legítimos e importantes del aprendizaje, conduce finalmente a su desarrollo posterior. Y ayudar a los niños a que acepten honestamente sus propias ideas no es difícil de hacer.

La única dificultad es que raras veces se anima a los enseñantes a que actúen así, sobre todo porque las pruebas normalizadas desempeñan un papel predominante a la hora de determinar donde deben enfocar su atención. En el mejor de los casos, las pruebas normalizadas sólo nos pueden decir si una información, una noción o una capacidad dadas forman parte del repertorio de un niño. A consecuencia de ello, los maestros se ven instados a buscar las respuestas correctas, tan pronto y con tanta frecuencia como sea posible, y todo lo que ocurra mientras tanto se trata como algo marginal.

Sería una contribución importante a la causa del pensamiento inteligente en general y al número de respuestas correctas que, al fin y al cabo se conozcan, que se animara a los enseñantes a centrarse en las virtudes implicadas en el no saber, para que estas virtudes recibieran cada día la misma atención en las aulas que la virtud de conocer la respuesta correcta³⁰.

El modelo de educación tecnológica que sustentó esta experiencia

En la tarea propuesta a Noveno Segunda aparecen organizadores, etapas, fases y diferentes componentes del contenido tecnológico.

En el trabajo diario en el aula taller y con nuestros alumnos, comenzamos a movernos en el espacio concreto, complejo y limitado que supone:

- guiar la estructuración de aprendizajes orientados con una finalidad específica,
- permitir la manifestación de capacidades individuales de muy distinto interés y nivel de desarrollo,
- atenerse a ciertos lineamientos institucionales y
- secuenciar actividades de manera tal que permita alcanzar logros manifiestos, como mínimo, en las direcciones mencionadas.

Ingresamos en el campo de las dualidades escolares: entre el saber y el saber hacer, entre la teoría y la práctica, entre el conocimiento y su aplicación, entre el contenido y la metodología para su apropiación.

Entendemos que contenido y metodología son dos elementos indivisibles y, si bien el contenido debe estar presente en toda situación de construcción de aprendizaje, su sola enunciación no basta para adquirirlo.

El contenido ha de integrarse en una situación concreta que requiera reelaboración desde una perspectiva personal para que, efectivamente, constituya un factor para adquirir nuevos y mejores conocimientos para abordar con eficacia otros contenidos y situaciones.

No nos interesa, por lo tanto, proporcionar a nuestros alumnos las respuestas, sino generar en ellos la capacidad de formularse preguntas que vayan siendo, progresivamente, coherentes, atinadas y pertinentes para resolver una problemática específica sobre aspectos tecnológicos de su realidad concreta. En ese camino –y, para contestarlas– seguramente lograrán apropiarse –coordinándolos en nuevas estruc-

³⁰ Duckworth, Eleanor. 1994. *Op. Cit.*

turas de conocimiento– contenidos de diferente índole que convergen en una situación particular del mundo artificial que los rodea.

Para lograr un ordenamiento que permita secuenciar contenidos y actividades, hemos propuesto un proceso que se articula de manera flexible en torno a las distintas etapas y fases que lo constituyen.

Como en todo proceso, estas etapas y fases están esencialmente superpuestas y no necesariamente guardan un orden estricto de sucesión. Las referencias a las **etapas** que articulan el trabajo están más vinculadas con **aspectos materiales** del proceso, en tanto que las **fases** se acercan a los **aspectos temporales** de aquél.

El conocimiento tecnológico se irá construyendo, entonces, en las distintas fases o momentos de trabajo, mediatizado por las etapas organizadoras propuestas, conformando –dentro de la secuencia– diferentes situaciones con una lógica particular y fuerte interrelación donde, como mínimo, se identifiquen:

1. Presentación de la situación y descripción del problema

La situación permite contextualizar el trabajo para, en el momento que corresponda, abordar con sentido no sólo los contenidos conceptuales sino también aquellos procedimentales y actitudinales relativos a las distintas alternativas de la situación. Se relaciona con la identificación de oportunidades para el proyecto tecnológico –PT– y con distintos momentos del análisis de producto –AP–, especialmente el comparativo y el estructural–funcional.

La descripción del problema delimita –sobre la base de los datos, títulos, enunciados, etc.– los contenidos que serán tratados en la actividad propuesta y que deberán materializarse en un producto concreto, no predeterminado, no necesariamente tangible y cuyo funcionamiento pueda ser comparado y evaluado.

La descripción del problema no implica su definición y caracterización; esta tarea deberá ser realizada por los alumnos y su principal objetivo es que, quienes la aborden, logren extraer del conjunto de los datos (deliberadamente excesivos y no necesariamente organizados), la información necesaria para formular el problema en sus propios términos operativos. También está relacionada con la identificación de oportunidades, para el PT, y con diferentes momentos del AP, especialmente el relacional, el de la función y funcionamiento, y el tecnológico.

2. Tratamiento de contenidos relativos a Tecnología

Aquí se abordan los núcleos conceptuales seleccionados, desarrollando las bases de conocimiento técnico –relativas a ellos– que será necesario tratar para realizar el proyecto constructivo. Supone diseño, organización, gestión, planificación, ejecución, evaluación y perfeccionamiento –acciones todas incluidas en distintas etapas del PT– y, además, el tratamiento de los aspectos organizativos, de funcionamiento del equipo de trabajo, los sociales y los económicos que a partir de éste surgen y que están expuestos en distintos bloques de los CBC –como, por ejemplo, el impacto ambiental del uso de determinados materiales o tecnologías–.

Estos conocimientos, eventualmente, requerirán contenidos de otras disciplinas, en el ámbito de las cuales podrán profundizarse.

3. Tratamiento de contenidos relativos a ciencia y matemática

La elaboración de cualquier producto supone la puesta en práctica de conocimientos pertenecientes a diferentes campos del saber. En esta etapa se abordarán brevemente; si fuera necesario, deberán ser profundizados con los lineamientos y las metodologías correspondientes a cada una de las disciplinas, donde, el trabajo que se desarrolla en Tecnología, actúa como interrelación entre áreas del conocimiento.

4. Ensayo de las soluciones propuestas

Esta etapa del trabajo –sustancial desde el punto de vista tecnológico– implica que nuestros alumnos prueben la eficiencia y el funcionamiento en la práctica de las soluciones propuestas y, además, la posibilidad de que profundicen, cuando sea necesario, en algunos aspectos particulares de los contenidos.

Eventualmente, supone el desarrollo paralelo de otra serie de actividades, tan productivas, desde el punto de vista del aprendizaje, como la que promueve la el problema principal. Esta situación se da, por ejemplo, cuando es necesario diseñar instrumentos, dispositivos, programas o protocolos de prueba y funcionamiento, para evaluar la eficiencia del producto elaborado. Es, también, el momento que permite articular temporalmente el conjunto de las tareas, instalando nuevos interrogantes en una secuencia lógica.

Para lograr una visión más clara, es conveniente presentar un panorama esquemático de la propuesta realizada hasta aquí:

Definimos tres organizadores fundamentales que permiten integrar procesos de análisis y de síntesis:

LOS ORGANIZADORES		
Los procedimientos generales	La resolución de problemas	Los núcleos conceptuales

Que aportan a construir conocimiento tecnológico en tres etapas:

LAS ETAPAS		
Identificación (Inicial)	Gestión (Intermedia)	Adecuación (Final)

A través de una secuencia que integra los contenidos mediante cuatro fases que articulan la actividad:

LAS FASES ARTICULADORAS			
Diseño	Proyecto constructivo	Construcción	Ensayo

Y que permiten apropiarse de los diferentes componentes del contenido tecnológico:

LOS COMPONENTES DEL CONTENIDO			
Saberes generales compartidos por tecnologías de diferente base técnica	Saberes generales correspondientes a una tecnología específica	Saberes técnico-tecnológicos de una tecnología específica	Saberes científico-matemáticos aplicados a una tecnología específica

El esquema sintetiza la amplitud del conocimiento que se pretende abordar y representa diferentes aspectos de su complejidad donde –a medida que se avanza en los años de escolaridad y en la ubicación en el sistema– crece en especificidad.

No hemos pretendido abarcar aquí todos los componentes que involucra la enseñanza de la tecnología sino los aspectos metodológicos de su puesta en práctica en EGB3 y en EP, su desarrollo y una posibilidad de lograrlo.

La forma de acceder didácticamente a contenidos de mayor especificidad técnica significa un desafío que iremos afrontando juntos en trabajos sucesivos.

Estaban reunidos en el salón verde, con vistas a la elaboración del balance final que había solicitado Iberlucea.

– El año próximo quiero generalizar la experiencia, –dijo–.

Y la sorpresa comenzó a ganar espacio en el grupo.

– Si este año nos criticaron sin piedad, el año que viene nos excluyen sin contemplaciones–, murmuró Dante.

BIBLIOGRAFÍA

- Ackoff, R. 1994. *El arte de resolver problemas*. Limusa. México.
- ALECOP. 1993. *Educación tecnológica*. Barcelona.
- Almaraz, A. M. Y otros. 1993. *Tecnología 1. Tecnología 2. Tecnología 3*. Mc Graw Hill. Madrid
- Asimov, I. 1990. *Cronología de los descubrimientos*. Ariel. Barcelona.
- Asimov, I. 1992. *Cronología del mundo*. Ariel. Barcelona.
- Asimov, I. 1981. *Ciencia 3*. Bruguera. Barcelona.
- Barco, S. 1989. "Racionalidad, cotidianeidad y didáctica". Ponencia en *Primeras Jornadas Regionales de Didáctica*. Universidad Nacional de San Juan.
- Bignoli, A. 1992. *Teoría elemental de los conjuntos borrosos*. Academia Nacional de Ingeniería. Buenos Aires.
- Bolt, B; Hobbs, D. 1991. *101 proyectos matemáticos*. Labor. Madrid.
- Bolt, B. 1988. *Más actividades matemáticas*. Labor. Madrid.
- Bolt, B. 1992. *Matemáquinas*. Labor. Madrid.
- Borisoff, D.; Victor, D. 1991. *Gestión de conflictos*. Díaz de Santos. Madrid.
- Bourdieu, P. 1991. *El sentido práctico*. Taurus. Madrid.
- Brameld, T. 1957. *Fundamentos culturales de la educación*. Harper. Nueva York.
- Bransford, J.; Stein, B. 1986. *Solución ideal de problemas*. Labor. Barcelona.
- Buch, T. 1996. *El tecnoscopio*. Aique. Buenos Aires.
- Bunge, M. 1981. *Intuición y ciencia*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Camilloni, A.; Levinas, M. 1989. *Pensar, descubrir, aprender*. Aique. Buenos Aires.
- Canonge, F.; Ducel, R. 1992. *La educación técnica*. Piados. Barcelona.
- Carr, W.; Kemmis, S. 1988. *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Martínez Roca. Barcelona.
- Coll, C. 1992. "Actividad conjunta y habla". En *Infancia y aprendizaje* N° 59-60. Barcelona.
- Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. *Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica*. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.
- Consejo Federal de Cultura y Educación. 1995. *Contenidos Básicos Comunes para la Educación Inicial*. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.
- Consejo Federal de Cultura y Educación. 1996. *Contenidos Básicos para el Nivel Polimodal*. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.
- Consejo Federal de Cultura y Educación. 1997. *Contenidos Básicos Comunes para la Formación Docente*. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Buenos Aires.
- Conti, L. 1985. *La tecnología desde sus orígenes hasta el año 2000*. Raíces. Madrid.
- Chapiro, J. 1980. *El manejo de la incertidumbre en tiempo real*. Holmlov. Estocolmo.
- Chapiro, J. 1990. *Poder y autonomía*. Manrique Zxago. Buenos Aires.
- De Sola Pool, I. 1993. *Tecnología sin fronteras*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Deforge, I. 1985. *Tecnología y genética del objeto industrial*. Maloine. París.
- Derry, T. K.; Williams, T. 1994. *Historia de la tecnología*. Volúmenes 1 a 5. Siglo XXI. México.
- Descartes, R. 1983. *Discurso del método*. Hyspamérica. Buenos Aires.
- Dondis, A. 1995. *La sintaxis de la imagen*. Gustavo Gilli. Barcelona.
- Doval, L. 1993. *Formación de orientadores en investigación*. FAE. Buenos Aires.
- Doval, L. 1989. *Reformulación de las actividades prácticas en la enseñanza técnica*. IIE. Buenos Aires.
- Doval, L. 1987. *Resolución de situaciones problemáticas*. FMASA. Buenos Aires.
- Drucker, P. 1991. *Las nuevas realidades*. Sudamericana. Buenos Aires.
- Ducassé, P. 1970. *Historia de las técnicas*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Edelstein, G.; Rodríguez, A. 1974. "El método, factor unificador y definitorio de la instrumentación didáctica". *Revista de Ciencias de la Educación*. Buenos Aires.
- Enciclopedia británica. 1988. *Hombre, ciencia y tecnología*. Océano. México.
- Fenstermacher, G. 1989. "Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza", En *La investigación en la enseñanza*. Piados. Barcelona.

- Forrester, J. 1979. *Dinámica tecnológica e industrial*. MIT Press. Massachusetts.
- Friedmann, G. 1970. *El hombre y la técnica*. Ariel. Barcelona.
- Friedmann, G. 1966. *Problemas humanos del maquinismo industrial*. Sudamericana. Buenos Aires.
- Fromm, E. 1987. *La revolución de la esperanza*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Gardner, H. 1994. *La mente no escolarizada*. Piados. Barcelona.
- Gardner, M. 1983. *Paradojas que hacen pensar*. Labor. Barcelona.
- Gay, A.; Bulla, R. 1994. *La lectura del objeto*. Tec. Córdoba.
- Gay, A. 1994. *El diseño industrial en la historia*. Tec. Córdoba.
- Gay, A.; Ferreras, M. 1994. *La educación tecnológica*. Tec. Córdoba.
- Gil Padilla, A. 1990. *Electrónica general*. Mc Graw Hill. Madrid.
- Gilbert, J. 1995. "Educación tecnológica. Una nueva asignatura en todo el mundo". Revista *Enseñanza de las ciencias* N° 13.
- Gimeno Sacristán J. 1988. "Prácticas docentes". *Conferencia en el Ministerio de Cultura y Educación de la Nación*. Buenos Aires.
- Gómez, G. 1976. *Teoría piagetiana del aprendizaje*. IIE. Buenos Aires.
- Gómez Olalla, L. 1991. *Tecnología 1. Tecnología 2. Tecnología 3*. Edelvives. Zaragoza.
- Goring, P. 1973. *Manual de mediciones y evaluación*. Kapelusz. Buenos Aires.
- Green, J. (comp.) 1994. *100 grandes científicos*. Diana. México.
- Gubern, R. 1991. *El simio informatizado*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Hannoun, H. 1994. *El niño conquista el medio*. Kapelusz. Buenos Aires.
- Heilbroner R. 1960. *El futuro como historia*. Harper. Nueva York.
- Heinelt, G. 1992. *Maestros creativos. Alumnos creativos*. Kapelusz. Buenos Aires.
- Imbernon, F. 1994. *La formación y el desarrollo del profesorado*. Graó. Barcelona.
- Jacomy, B. 1992. *Historia de las técnicas*. Losada. Buenos Aires.
- Kemmis, S. 1977. "Case Study Research: The Imagination of the Case in the Invention of the Study". Trabajo multicopiado. Universidad de East Anglia.
- Khun, T. 1977. *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Kutz, M. 1990. *Enciclopedia de la mecánica*. Océano. México.
- Laloup J.; Nelis J. 1973. *Hombres y máquinas*. Dinor. San Sebastián.
- Levinas, M. 1991. *Ciencia con creatividad*. Aique. Buenos Aires.
- López Gil, M.; Delgado, L. 1996. *La tecnociencia y nuestro tiempo*. Biblos. Buenos Aires.
- Macaulay, D. 1989. *Cómo funcionan las cosas*. Muchnik. Barcelona.
- Massuh, V. 1994. *La flecha del tiempo*. Sudamericana. Buenos Aires.
- Maturana H.; Varela, J. 1973. *Sistemas autopoieticos*. MIT Press. Massachusetts.
- Monod, J. 1986. *El azar y la necesidad*. Tusquets. Barcelona.
- Munari, B. 1993. *Cómo nacen los objetos*. Gustavo Gilli. Barcelona.
- Munari, B. 1991. *El arte como oficio*. Labor. Barcelona.
- Needham, J. 1972. *Ciencia y civilización en china*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Novak, J. 1988. "Constructivismo humano, un consenso emergente". En *La enseñanza de las ciencias*. Siglo XXI. Madrid.
- Oficina Internacional del Trabajo –OIT– 1973. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra.
- Notoria, A. 1994. *Mapas conceptuales*. Narcea. Madrid.
- Ortega y Gasset, J. 1957. *En torno a Galileo*. Revista de Occidente. Buenos Aires.
- Ortega y Gasset, J. 1983. *La rebelión de las masas*. Hyspamérica. Buenos Aires.
- Ortega y Gasset, J. 1957. *Meditación de la técnica*. Revista de Occidente. Buenos Aires.
- Palom Izquierdo, F. 1976. *Técnicas de organización administrativa*. Index. Madrid.
- Penzias, A. 1991. *Ideas e información*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Perkins, D. 1995. *La escuela inteligente*. Gedisa. Barcelona.
- Pozo, J. 1992. *Los contenidos de la Reforma; enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Santillana. Madrid.
- Raths, L. 1993. *Cómo enseñar a pensar*. Piados. Buenos Aires.
- Reggini, H. 1996. *Los caminos de la palabra*. Galápagos. Buenos Aires.

- Riccó, G. 1988. *La apropiación del conocimiento en situaciones didácticas*. Universidad Nacional de Rosario- CONICET. Rosario.
- Rockwell, E. 1985. "El maestro como sujeto". En *Ser maestro*. SEP. El Caballito. México. 1985.
- Sábato, E. 1983. *Hombres y engranajes*. Alianza. Madrid.
- Schumacher, E. 1987. *Lo pequeño es hermoso*. Blume. Madrid.
- Sikora, J. 1979. *Manual de métodos creativos*. Kapelusz. Buenos Aires.
- Solé y Gallart, I. 1991. "¿Se puede enseñar lo que se ha de construir?". *Cuadernos de Pedagogía*. Barcelona.
- Stenhouse, L. 1984. *Investigación y práctica del currículo*. Morata. Madrid.
- Taba, H. 1974. *Elaboración del currículo*. Troquel. Buenos Aires.
- Tahan, M. 1976. *El hombre que calculaba*. Vosgos, Barcelona.
- Teilhard de Chardin, P. 1971. *El fenómeno humano*. Taurus. Madrid.
- Thuillier, P. 1990. *De Arquímedes a Einstein*. Alianza. Madrid.
- Thurrow, L. 1992. *La guerra del siglo XXI*. Vergara. Buenos Aires.
- Travers, R. 1976. *Fundamentos del aprendizaje*. Santillana. Madrid.
- Ullrich, H.; Klante, D. 1982. *Iniciación tecnológica*. Kapelusz. Buenos Aires.
- UNESCO. 1973. *Manual de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires.
- Varela, F. 1990. *Conocer*. Gedisa. Barcelona.
- Vergnaud, G.; Riccó, G. 1985. "Didáctica y adquisición de conceptos matemáticos; problemas y métodos". *Revista Argentina de Educación* N° 6. Buenos Aires.
- Virasoro, C. 1991. *Pedagogía del dibujo técnico*. Edición del autor. Buenos Aires.
- Vygotsky, L. 1979. *El desarrollo de los procesos mentales superiores*. Grijalbo. Barcelona.
- Wood, L. 1987. *Estrategias de pensamiento*. Labor. Barcelona.
- Young, J. 1970. *La cibernética*. Monte Ávila. Caracas.