

*Procesos de enseñanza y
aprendizaje en la
construcción de edificios,
basados en problemas*

4



MINISTERIO de
EDUCACIÓN
CIENCIA y TECNOLOGÍA
PRESIDENCIA de la NACIÓN

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica

Autoridades

Presidente de la Nación

Néstor C. Kirchner

Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología

Daniel Filmus

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

María Rosa Almandoz

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Juan Manuel Kirschenbaum

Especialista en contenidos

- Haydeé Noceti

serie/desarrollo de contenidos

Colecciones

- Autotrónica
- Comunicación de señales y datos
- Cultura tecnológica
- Diseño gráfico industrial
- Electrónica y sistemas de control
- Fluidica y controladores lógicos programables
- Gestión de la calidad
- Gestión de las organizaciones
- Informática
- Invernadero computarizado
- Laboratorio interactivo de idiomas
- Procesos de producción integrada
- Proyecto tecnológico:
 1. Representación y modelización en Educación Tecnológica
 2. El proyecto tecnológico: Hacer y saber hacer –Secuencia para el armado de un proyecto tecnológico. Herramientas para su aplicación–
 3. La fase de planificación de un proyecto tecnológico: Reactivación de un museo
 4. Procesos de enseñanza y aprendizaje en construcción de edificios, basados en problemas
- Simulación por computadora

Índice

El Centro Nacional de Educación Tecnológica	7
La colección <i>Proyecto Tecnológico</i>	9
1. Prácticas pedagógicas centradas en problemas	
• El currículum prescrito para <i>Construcciones</i>	14
• El currículum moldeado por los profesores: un diseño por contenidos	18
• El currículum moldeado por los profesores: un diseño por problemas	19
• El currículum en acción, el currículum realizado y el currículum evaluado	22
• Más testimonios de trabajos por problemas	25
2. Reflexión sobre las prácticas pedagógicas centradas en problemas	
• Los procesos de interacción	37
• Las estrategias de enseñanza para la resolución de problemas	43
• La concepción de conocimiento que subyace a estas prácticas pedagógicas	49
• Los criterios para la evaluación del aprendizaje de los alumnos	51
• La asignatura entendida como campo de problemas	54
3. Conclusiones. Se transfiere algo, de algún modo, hacia algún lugar	
• Algo para transferir	61
• De algún modo	62
• Hacia algún lugar	66
Bibliografía	68
Anexo Presentación de contenidos correspondientes a la unidad didáctica “La estructura sometida a esfuerzo de flexión y corte”	
• Los recursos para el apoyo de la enseñanza	71
• Mapa de sitio y de navegación	73
Archivo anexo	
• Presentación de contenidos correspondientes a la unidad didáctica “La estructura sometida a esfuerzo de flexión y corte”	

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.
- Fluidica 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, septiembre de 2003.

La Colección Proyecto Tecnológico

La Unidad de Proyectos Tecnológicos del CeNET desarrolla un programa de capacitación docente centrado en uno de los núcleos conceptuales de la Educación Tecnológica: el Proyecto Tecnológico, como contenido en sí mismo y como procedimiento.

En esta Unidad, los profesores de Tecnología se capacitan en el desarrollo de proyectos tecnológicos al:

- Identificar y formular un problema.
- Generar varias soluciones y elegir la más viable.
- Diseñar un producto que podría contribuir a resolver ese problema.
- Organizar y gestionar una solución.
- Planificar y ejecutar un producto.
- Evaluar y perfeccionar ese producto.

También ajustan competencias en una metodología de enseñanza que, una vez en sus clases, va a posibilitar a sus alumnos:

- Detectar en su contexto y plantearse problemas tecnológicos.
- Recoger, sistematizar y apropiarse de información que los ayude a clarificar el problema identificado.
- Dar razones apropiadas para adoptar o desechar proyectos tecnológicos.
- Describir con orden los procedimientos a seguir y las estrategias a utilizar para encarar la solución de los problemas identificados.
- Organizar el tiempo, el espacio y los recursos necesarios para la producción de respuestas.
- Seleccionar materiales, herramientas, máquinas e instrumentos adecuados para producirlos, ajustarlos a fines específicos, utilizarlos de modo inteligente, poniéndolos a su servicio con la finalidad de solucionar problemas.
- Desarrollar un proyecto tecnológico completo.
- Verificar la pertinencia y adecuación entre los problemas, los procesos y los productos generados para solucionarlos.
- Comunicar el proceso llevado a cabo y someterlo a consideración de otras personas.
- Generar cambios a partir de los juicios expresados por otras personas.
- Finalmente, identificar procesos tecnológicos y comprenderlos para operar con ellos, modificarlos, evaluarlos y, eventualmente, generar procesos nuevos, pertinentes y adecuados a los fines perseguidos.

Para contribuir a estas mismas líneas de trabajo es que surge el módulo de difusión y de capacitación que usted está comenzando a transitar, el tercero de la *Colección Proyecto Tecnológico*, una de las líneas de publicaciones de nuestro Centro.

Procesos de enseñanza y de aprendizaje en construcción de edificios, basados en problemas intenta constituirse en una herramienta para que los profesores destinatarios integren esta estrategia de resolución de problemas en sus aulas y para que avancen en el porqué de su implementación didáctica.

Para lograr esto:

- Partimos de una diferenciación básica entre el trabajo de enseñanza centrado en contenidos y el trabajo de enseñanza centrado en problemas. Analizamos

ejemplos de prácticas docentes en las asignaturas *Construcciones de hormigón armado*, y *Construcciones metálicas y de madera* de la especialidad *Construcciones*, del ciclo superior de una escuela técnica de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires¹, y consideramos los procesos y los productos de aprendizaje de alumnos educados a través de la resolución de problemas.

- Desde estos testimonios de realidad, planteamos los fundamentos de la resolución de problemas, los sustentos de las estrategias de enseñanza, las funciones que cumplen las preguntas del/la docente, el conocimiento que subyace en su tarea, la concepción epistemológica del campo disciplinar que se enseña, de los supuestos del aprendizaje y de los criterios de evaluación.
- Finalmente, delineamos algunas conclusiones respecto de la resolución de problemas, y de las posibilidades del principio didáctico de "transferir algo, de algún modo y hacia algún lugar"².

Actividad 1 **Resolución de problemas**

- ¿Qué sabe usted de la metodología didáctica de resolución de problemas?



Las rosas. Sorolla

*Que el encanto de las rosas,
es que siendo tan hermosas,
no conocen lo que son.
Anónimo*

¹ Agradecemos a los alumnos del turno noche de la Escuela Técnica N° 34 "Ingeniero Enrique M. Hermitte", de la ciudad de Buenos Aires.

² Tishman, Shari; Perkins, David; Jay, Eileen. 1991. Un aula para pensar. Aprender y enseñar en una cultura de pensamiento. *Aique*. Buenos Aires.

1. PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS CENTRADAS EN PROBLEMAS

Práctica pedagógica

La práctica pedagógica es el proceso que se desarrolla en el contexto del aula, en el que se pone de manifiesto una determinada relación maestro-conocimiento-alumno centrada en el enseñar y en el aprender (...). La práctica docente es el trabajo que el docente desarrolla cotidianamente en determinadas y concretas condiciones sociales, históricas e institucionales, adquiriendo una significación tanto para el docente como para el alumno. (Achilli, Elena. 1985. *La práctica docente, una interpretación desde los saberes del maestro*. CRICSO – Centro Rosario de Investigaciones en Ciencias Sociales–. Rosario).

Como durante este módulo vamos a girar en torno a la resolución de problemas, nuestro punto de partida serán testimonios en los que profesores y alumnos trabajen problemas vinculados con la “construcción de edificios”.

Todos los testimonios que analizamos corresponden a clases desarrolladas en asignaturas de quinto año del ciclo superior de la especialidad *Construcciones*:

- *Construcciones de hormigón armado y*
- *Construcciones metálicas y de madera.*

El trabajo en una y otra asignatura se enmarca en:

El cambio de paradigma en las empresas constructoras

El progreso tecnológico ha modificado en los últimos años los procedimientos de la construcción, los materiales elegidos, el empleo de las máquinas y la organización de la obra, así como la normativa para diseño y cálculo, –fundamentalmente, en este último caso, en lo que respecta a las estructuras–.

Los grandes cambios en la técnica productiva y las nuevas exigencias administrativas han provocado cambios radicales en las estructuras de la planta funcional de las empresas. Cada vez cobra más fuerza la necesidad de las empresas constructoras de contar con personal altamente calificado, ya sea para funciones en una oficina técnica, como para una obra.

Por otra parte, el incremento de la conciencia ecológica del consumidor exige también al sector de la construcción un replanteo de los métodos constructivos y del empleo de los materiales de construcción. En los últimos tiempos resulta cada vez más frecuente encontrar ejemplos de construcciones que economizan energía y recursos, y que emplean materiales aislantes, pinturas y recubrimientos ecológicos, lo que se puede ver tanto en construcciones nuevas como en las refacciones.

Asimismo, los incrementos de la productividad se efectúan sobre todo recurriendo con mayor frecuencia a las construcciones industrializadas, al hormigón transportable, y a trabajar con contratistas y subcontratistas.

También, los avances rápidos de la tecnología informática influyen en el campo de la construcción edilicia. Los cambios se producen no sólo en el quehacer del técnico (uso de software de diseño, para cálculos, para gestión de proyectos...) sino también en la organización interna de la empresa, y en sus relaciones con sus proveedores y clientes.

Como la escuela no puede estar ajena a las diferentes transformaciones de las competencias profesionales que se configuran en el sistema económico, los testimonios que le presentamos en unas páginas más se asientan sobre el perfil profesional y las competencias del maestro mayor de obras, manteniendo las incumbencias dadas por los consejos profesionales.

¿Cuáles son estas prescripciones curriculares? Veámoslo.

El currículum prescrito para Construcciones

Por una parte, existen prescripciones desarrolladas por la jurisdicción nacional de nuestro sistema educativo³:

El perfil profesional del maestro mayor de obras:

El MMO está capacitado, de acuerdo con las actividades que se desarrollan en el perfil profesional, para:

- Analizar las necesidades de un cliente y elaborar el programa de necesidades.
- **Elaborar proyectos completos de construcciones edilicias** (soluciones constructivas, técnicas y espaciales, **diseño y cálculo de las estructuras para un programa de necesidades determinado**⁴, planificando, gestionando, administrando y controlando la ejecución del proceso constructivo.
- Dirigir la ejecución de los procesos constructivos.
- Ejecutar obras edilicias y conducir grupos de trabajo a cargo.
- Proyectar, calcular, dirigir, planificar, gestionar, administrar y controlar instalaciones correspondientes a energía (electricidad y gas), comunicaciones (baja tensión), agua (caliente, fría y contra incendios), desagües (cloacales y pluviales), confort (calefacción, refrigeración, ventilación forzada y aire acondicionado), transporte (escaleras mecánicas, ascensores, montacargas).
- Prestar servicios de evaluación técnica a terceros.
- Asesorar técnicamente a terceros para la comercialización de productos y/o servicios.

Con referencia a las competencias señaladas, el MMO:

- Se desempeña en los ámbitos de producción: oficinas técnicas, obras de construcción edilicias, empresas de productos o servicios relacionados con el ámbito de la construcción, actuando en forma independiente en las áreas ocupacionales de: proyecto, cálculo, dirección, planificación, control, gestión, administración y comercialización en la industria de la construcción.
- Actúa interdisciplinariamente con expertos en otras áreas, eventualmente involucrados en su actividad (equipamiento e instalaciones electromecánicas, otras especialidades de construcciones, mecánica, producción agropecuaria, informática, etc.).
- Interpreta las necesidades del comitente, las definiciones surgidas de los estamentos técnicos y jerárquicos correspondientes, gestiona sus actividades específicas, controla la totalidad de las actividades requeridas hasta su efectiva concreción, teniendo en cuenta los criterios de seguridad, impacto ambiental, relaciones humanas, calidad, productividad y costos.

Según los alcances y condiciones de su ejercicio profesional, se responsabiliza ante sus contratantes por el cumplimiento de las normas específicas y la aplicación de

³ *Usted puede consultar el documento curricular completo (Trayecto Técnico-Profesional en Construcciones. Ministerio de Educación; Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Buenos Aires) en la página web del INET:*

- www.inet.edu.ar

a través de la opción "Publicaciones" y, luego, "Documentos de los TTP".

⁴ *Las competencias destacadas con negrita son las que corresponden a la unidad didáctica que desarrollamos a continuación.*

las de seguridad e higiene, además de la calidad en los servicios y productos prestados hasta su efectiva concreción, teniendo en cuenta los criterios de seguridad, impacto ambiental, relaciones humanas, calidad, productividad y costos.

Las áreas de competencia del maestro mayor de obras:

Estas áreas requieren del MMO el dominio de un "saber hacer" complejo en el que se movilizan conocimientos, valores, actitudes y habilidades de carácter tecnológico, social y personal que definen su identidad profesional.

Las áreas de competencia del MMO son:

- **Concepción de la idea proyecto y toma de partido.** El MMO analiza las necesidades de un comitente y elabora el programa de necesidades.
- **Planificación estratégica del proyecto.** El MMO elabora anteproyectos de soluciones espaciales edilicias, constructivas y técnicas para un programa de necesidades determinado.
- **Construcción de una idea de comercialización.** El MMO presta servicios de evaluación técnica a terceros; comercializa servicios específicos de instalaciones sanitarias, gas e instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales, y asesora técnicamente a terceros.
- **Diseño, cálculo y resolución constructiva de la propuesta.** El MMO gestiona y administra trabajos de relevamiento topográfico; realiza los diseños y cálculos de las estructuras en diferentes materiales; proyecta soluciones espaciales edilicias además de las constructivas y las técnicas para un programa de necesidades determinado; gestiona y/o elabora documentaciones técnicas, y actualiza información gráfica y escrita.
- **Coordinación operativa del o los procesos.** El MMO gestiona y administra los trabajos de relevamiento topográficos en general; dirige la ejecución de los procesos constructivos; planifica, gestiona y dirige los trabajos de mantenimiento de obras edilicias y de las instalaciones y de los trabajos de mantenimiento, y comunica al comitente acontecimientos de la planificación y de la gestión.

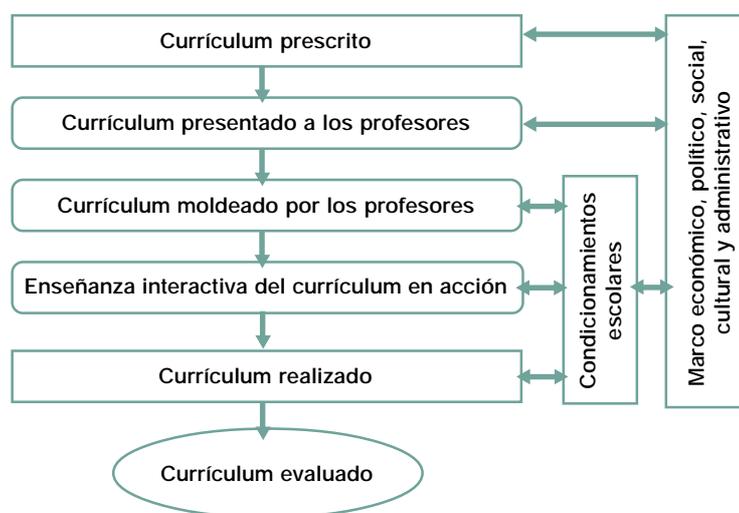
Ámbitos de desempeño del maestro mayor de obras:

El MMO se desempeña:

- Como profesional independiente en las áreas de competencia de planificación y documentación, la de gestión y administración y la de comercialización de productos, procesos constructivos y/o servicios.
- En su propia empresa de construcción edilicia o de instalaciones sanitarias, gas e instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales o de mantenimiento.
- Como mando intermedio en empresas constructoras (en oficina técnica o en obra) o formando parte de un equipo interdisciplinario para la concreción de un hecho constructivo.
- Estos ámbitos variarán de acuerdo al tipo de proyecto constructivo.

Por otra parte, existen prescripciones curriculares propias de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

A lo largo del desarrollo de nuestro material vamos a avanzar desde ese currículum prescrito⁵ hacia el currículum realizado por los profesores y sus alumnos:

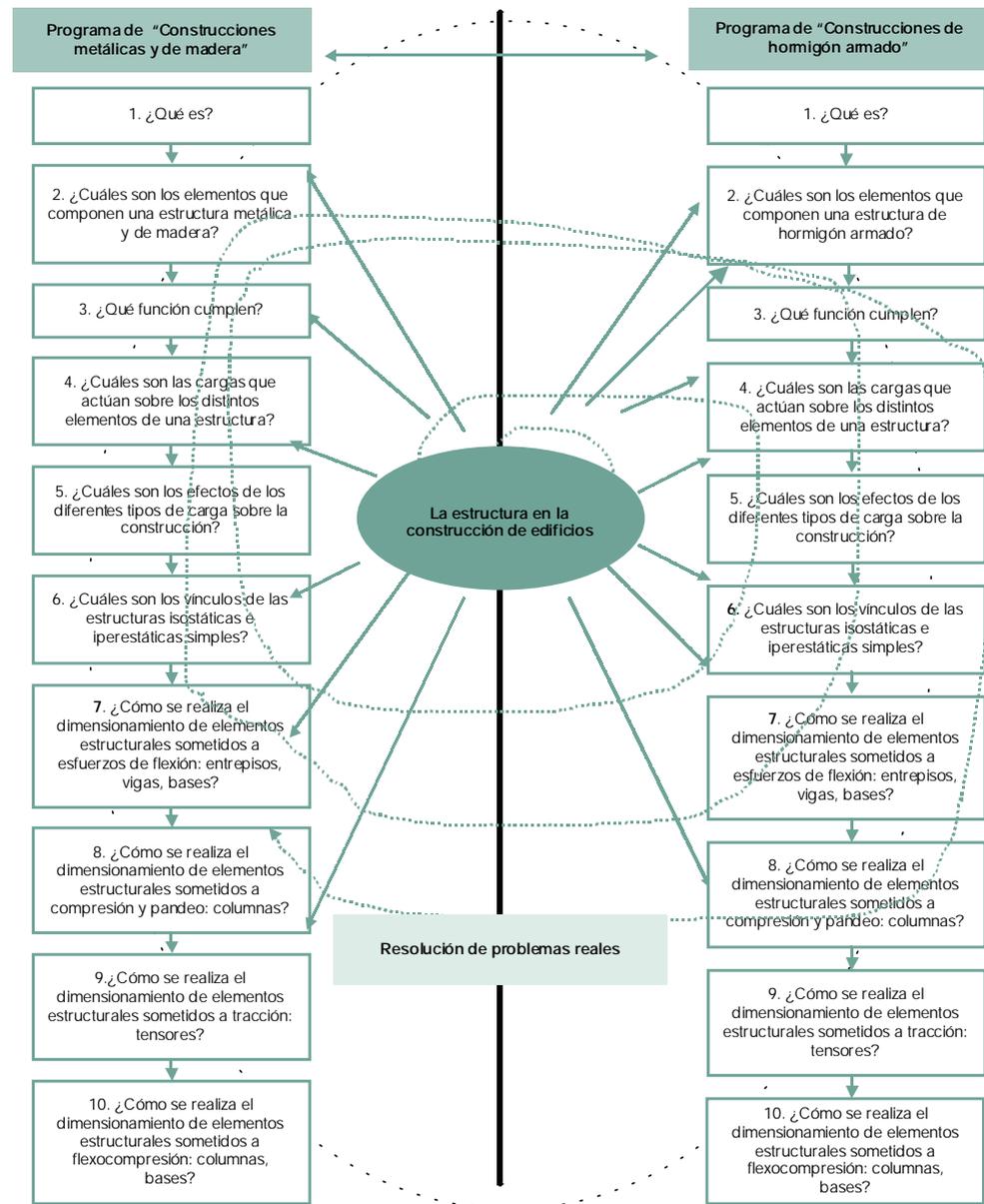


- El currículum **prescrito** corresponde al plan de estudios de la carrera y a los programas analíticos de asignatura establecidos por el ex CONET⁶ para el maestro mayor de obras –en uso en las escuelas técnicas de la ciudad autónoma de Buenos Aires–. Estos programas se plantean de modo progresivo (establecen una conexión vertical entre asignaturas) y coherente (pautan una conexión horizontal). En ellos existe una articulación entre contenidos, los que se van ampliando y profundizando en diferentes asignaturas de los sucesivos años (*Estática y resistencia de materiales* de cuarto año, por ejemplo, con las de *Cálculo* del quinto año) y en las del mismo año (*Construcciones metálicas y de madera*, y *Construcciones de hormigón armado*, como es el caso al que aquí nos referimos y como ilustramos en el esquema).
- El currículum **moldeado por los profesores** corresponde a la planificación que, en función de esos programas comunes, realiza cada docente. Para que usted advierta estas modalidades de “moldeamiento”, analizaremos dos ejemplos: una planificación centrada en el desarrollo de contenidos y otra planificación centrada en el desarrollo de problemas, que es la que intentamos proponer desde este material.
- El **currículum en acción** –la práctica real guiada por los esquemas teóricos y prácticos del profesor–, el **currículum realizado** –que se refleja en los aprendizajes de los alumnos– y el **currículum evaluado** –presiones exteriores de diverso tipo como pueden ser las acreditaciones, los reconocimientos, los resultados de planes de evaluación externos a la institución educativa–⁷ también tienen lugar en nuestro material, a través de testimonios del trabajo de profesores y alumnos.

⁵ Son lineamientos mínimos que actúan de referencia en la ordenación del sistema curricular; sirven de punto de partida para la elaboración de materiales, control del sistema, etc. (Gimeno Sacristán, José. 1989; 2° ed. El currículum: una reflexión sobre la práctica. Morata. Madrid).

⁶ El plan de estudios corresponde a la resolución ministerial 1574/65, con modificaciones en 1977. Para los cursos nocturnos se registra una nueva modificación en la década del '80 que reduce la cantidad de años y la iguala a la del cursado diurno.

⁷ Gimeno Sacristán, José. 1989; 2° ed. Op. Cit.



Las dos asignaturas que nos proveen testimonios tienen un eje común:

En ellas se estudia el comportamiento y el dimensionamiento de los diferentes elementos que conforman una estructura.

El centro desde donde irradian todas las unidades didácticas lo constituye **la estructura como parte fundamental en la construcción de edificios**. Este contenido es el corazón de todo el programa anual, tanto en *Construcciones metálicas y de madera*, como en *Construcciones de hormigón armado*.

Como puede usted advertir en el esquema, el material con el que está construido el elemento estructural da origen a diferentes metodologías de dimensionamiento. Por este motivo, si bien el contenido aparece enunciado del mismo modo para una y otra asignatura, el cálculo es diferente y particular para cada una.

En este marco del currículum prescrito se desarrollan nuestros testimonios.

Actividad 2

Prescripciones curriculares

¿Está usted interiorizado de los lineamientos curriculares que dan sustento a la asignatura que coordina? ¿Conoce las bases curriculares⁸ comunes a nuestro país y las particulares de su jurisdicción?

Éste parece ser un buen momento para ahondar en estos documentos.

El currículum moldeado por los profesores: Un diseño por contenidos

A partir del currículum prescrito, los educadores diseñamos nuestras planificaciones.

Lo invitamos a analizar una planificación de unidad didáctica organizada en función de los contenidos a aprender por los alumnos.

ASIGNATURA: CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO UNIDAD DIDÁCTICA: LA ESTRUCTURA SOMETIDA A ESFUERZO DE FLEXIÓN Y CORTE			
OBJETIVOS	CONTENIDOS		
	Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
Se espera que el alumno logre: <ul style="list-style-type: none"> - Dimensionar una estructura simple de hormigón armado. - Valorar la importancia de las tareas en equipo de trabajo. - Respetar las opiniones del grupo y aceptar propuestas distintas a la propia. 	Esfuerzos de flexión y corte en una estructura de hormigón armado. Tensiones admisibles. Métodos de cálculo; comparación entre ellos. Dimensionamiento con el método del "m _s ". Verificación de la altura. Elementos estructurales: <ul style="list-style-type: none"> - losas simples, cruzadas, continuas; - vigas simplemente apoyadas, en voladizo, continuas; - entresijos. 	Análisis de carga. Análisis y discusión de diagramas de características de elementos estructurales isostáticos. Representación a mano alzada de diagramas de carga, de esfuerzos de corte, de momentos flexores, de esfuerzos axiales. Aplicación de un método de dimensionamiento.	Valoración del trabajo reflexivo. Aceptación de consignas de trabajo. Valoración de la importancia del trabajo en equipo. Valoración del rol de la <i>Estática</i> para su futura profesión.
ACTIVIDADES			
Buscar información a través de diferentes fuentes: tablas, libros, revistas... Realizar el diseño de una estructura Encontrar el valor de la carga que actúa sobre un elemento estructural para diferentes situaciones. Calcular el valor de los momentos flexores, esfuerzos de corte y esfuerzos axiales para diferentes estados de carga y distintos vínculos de un elemento estructural isostático. Representar los diferentes diagramas, a mano alzada, como apoyo al cálculo. Discutir soluciones dadas. Encontrar las dimensiones del elemento estructural.			
MEDIOS DIDÁCTICOS			
Pizarra. Rotafolios. Guías didácticas.			

⁸ Páginas atrás le indicábamos dónde localizar los documentos curriculares correspondientes a los Trayectos Técnico-Profesionales. Si usted coordina asignaturas del nivel Polimodal, puede acceder a los contenidos comunes y orientados establecidos para este nivel desde la jurisdicción nacional de nuestro sistema educativo, a través el sitio web del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación: <http://www.me.gov.ar/consejo/documentos/index.html>

Actividad 3

Una planificación centrada en los contenidos

Le proponemos considerar los rasgos de una planificación en la que las decisiones didácticas fundamentales están tomadas en función de los contenidos a enseñar.

El currículum moldeado por los profesores: Un diseño por problemas

Consideremos, ahora, una planificación equivalente pero –en esta ocasión– organizada en función de un problema a abordar por los alumnos y planteada como trabajo conjunto de dos asignaturas:

ASIGNATURAS: CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO. CONSTRUCCIONES METÁLICAS Y DE MADERA			
UNIDAD DIDÁCTICA: LA ESTRUCTURA SOMETIDA A ESFUERZO DE FLEXIÓN Y CORTE			
CAPACIDADES⁹			
Elaborar proyectos completos de construcciones edilicias (soluciones constructivas, técnicas y espaciales, diseño y cálculo de las estructuras para un programa de necesidades determinado¹⁰ , planificando, gestionando, administrando y controlando la ejecución del proceso constructivo.			
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA			
Existen varias demandas de los profesores de Educación Física y de los preceptores de la escuela. En los días de lluvia, las clases de Educación Física se ven limitadas por la inexistencia de espacios adecuados para tal fin. Por otra parte, se desea transformar las horas libres en horas en las que los alumnos puedan tener una actividad recreativa y/o cultural. Por ello, se plantea la necesidad de hacer un proyecto con el fin de contar con algunos espacios cubiertos para esas actividades. Se estima que, en cada ocasión, ocuparía cada lugar un promedio de 30 alumnos. Las clases de Educación Física son desarrolladas por tres cursos por turno por lo que, por día, algunas clases se superponen. Por su parte, la cantidad de cursos con horas libres por vez no se puede estimar. Las actividades previstas a desarrollar en los nuevos espacios son: juegos de salón, ping-pong y clases con actividades teóricas. Se decide hacer una construcción nueva y, desde nuestras asignaturas, colaboraremos con este proyecto. ¿Cómo?			
OBJETIVOS	CONTENIDOS		
	Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
Se espera que el alumno logre: - Plantear y resolver situaciones problemáticas asociadas al dimensionamiento de una estructura simple metálica, de madera, y/o de hormigón armado.	Esfuerzos de flexión y corte en una estructura de hormigón armado, metálica y de madera. Tensiones admisibles. Métodos de cálculo; comparación entre ellos.	Análisis de situaciones problemáticas reales. Interpretación de consignas. Discusión de alternativas de solución Análisis y discusión de diagramas de características de elementos estructurales isostáticos.	Valoración del trabajo reflexivo. Aceptación de consignas de trabajo. Valoración de la importancia del trabajo en equipo.

⁹ Las **capacidades** son los componentes –desarrollados en ámbitos educativos– de una competencia profesional. Una competencia es, así, “El conjunto complejo e integrado de capacidades que los sujetos ponen en juego en situaciones y contextos vitales reales para responder a las exigencias y resolver los problemas que ellos plantean. Permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional.” (Instituto Nacional de Educación Tecnológica. 1997. Ministerio de Educación de la Nación. Buenos Aires)

¹⁰ Tomada del Trayecto Técnico-Profesional de Construcciones.

<ul style="list-style-type: none"> - Valorar la importancia de las tareas en equipo de trabajo. - Respetar las opiniones del grupo y aceptar propuestas distintas a la propia. 	<p>Dimensionamiento con el método del "m_s". Verificación de la altura (para el hormigón armado).</p> <p>Elementos estructurales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - losas simples, cruzadas, continuas; - vigas simplemente apoyadas, en voladizo, continuas; - entresijos. 	<p>Representación a mano alzada de diagramas de carga, de esfuerzos de corte, de momentos flexores, de esfuerzos axiales.</p> <p>Elección de un procedimiento de cálculo.</p> <p>Realización de los cálculos correspondientes a los diferentes elementos estructurales (método del "m_s", para el hormigón armado).</p>	<p>Valoración del rol de la Estática para su futura profesión.</p>
ACTIVIDADES			
<p>Interpretar situaciones problemáticas reales.</p> <p>Buscar información a través de diferentes fuentes: tablas, libros, revistas...</p> <p>Realizar el diseño de una estructura</p> <p>Encontrar el valor de la carga que actúa sobre un elemento estructural para diferentes situaciones.</p> <p>Calcular el valor de los momentos flexores, esfuerzos de corte y esfuerzos axiales para diferentes estados de carga y distintos vínculos de un elemento estructural isostático.</p> <p>Representar los diferentes diagramas, a mano alzada, como apoyo al cálculo.</p> <p>Discutir soluciones dadas.</p> <p>Encontrar las dimensiones de los elementos estructurales.</p>			
MEDIOS DIDÁCTICOS			
<p>Presentación animada en Power Point®¹¹.</p> <p>Pizarra.</p> <p>Rotafolios.</p> <p>Software educativo (Beer, Ferdinand; Rusell Johnston, P. E. 1997. <i>Mecánica vectorial para ingenieros. Estática</i>. McGraw-Hill. Madrid.)</p> <p>Guías didácticas.</p>			

Actividad 4

Una planificación centrada en la resolución de problemas

Le proponemos considerar los rasgos de una planificación en la que las decisiones didácticas fundamentales están tomadas en función de los problemas a encarar por el grupo de alumnos.

En esta segunda propuesta de planificación de una unidad didáctica, el profesor "moldea" el currículum partiendo de una situación problemática; coloca al estudiante frente a una situación no estructurada que le permite identificar un problema real y aprender mediante la búsqueda de información, de datos, de alternativas, de discusión de posibles soluciones... para encontrar aquella solución que resulte viable.

Actividad 5

Capacidades y problemas

Les proponemos que:

- Escriba dos o tres capacidades que sus alumnos tengan que desarrollar en el marco de la asignatura que usted coordina.
- Plantee una situación problema para el logro de una o de varias de esas capacidades.

¹¹ Encontrará esta presentación en el archivo adjunto a este material de capacitación.

El currículum moldeado por el profesor no sólo se traduce en una planificación anual y en la planificación de unidades, sino en la estructura que da a sus clases.

Consideremos, entonces, una planificación de clase enmarcada en el plan de unidad que acabamos de presentarle.

ASIGNATURA CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO UNIDAD DIDÁCTICA: LA ESTRUCTURA SOMETIDA A ESFUERZO DE FLEXIÓN Y CORTE CLASE: LOSAS CONTINUAS ARMADAS EN UNA SOLA DIRECCIÓN
DURACIÓN
6 módulos de 35 minutos cada uno. Total: 210 minutos.
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar situaciones problemáticas reales referidas al dimensionamiento de losas continuas de hormigón armado, armadas en una sola dirección. - Elaborar propuestas de diseño de estructuras, de acuerdo con las consignas dadas y con las normativas vigentes, para el diseño de losas de hormigón armado. - Interpretar consignas de trabajo y plasmarlas en un proyecto que cumpla con las condiciones de calidad y economía. - Aplicar normas y fórmulas para el dimensionamiento de losas continuas de hormigón armado. - Usar tablas específicas para el dimensionamiento de losas continuas de hormigón armado. - Valorar la importancia de las tareas en equipo de trabajo. - Respetar las opiniones de los compañeros y del docente, y aceptar propuestas distintas a la propia.
CONTENIDOS
<p>Contenidos conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los diagramas de momentos flexores; la compatibilización de los momentos en los apoyos internos y la reducción de los momentos negativos en las losas continuas armadas en una sola dirección. - Una forma de dimensionamiento de losas continuas de luces iguales o con una diferencia menor al 15 %. - La distribución de la armadura en las losas continuas armadas en una sola dirección¹². <p>Contenidos procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpretación de consignas. - Búsqueda y selección de un espacio de terreno en el predio de la escuela para la construcción de locales, según consignas dadas. - Diseño de una propuesta de estructura de hormigón armado para la situación-problema planteada. - Aplicación de normas y fórmulas para el dimensionamiento de losas continuas de hormigón armado. <p>Contenidos actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valoración del intercambio de ideas como fuente de aprendizaje. - Disposición favorable para contrastar sus producciones.
ACTIVIDADES
<p>Actividades de inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se presenta una situación problemática real ("Existen varias demandas de los profesores de Educación Física..."). La presentación de la problemática incluye la explicación de las consignas, y las limitaciones que enmarcan el trabajo grupal a través de un desarrollo en <i>PowerPoint</i>®. - A partir de esta presentación, se fijan los objetivos a alcanzar por los alumnos al término de la clase. - Realizada la presentación de la situación-problema, el grupo total se divide en 5 o 6 subgrupos (dependiendo del número de asistentes a la clase). <p>Actividades de desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (40 minutos) Teniendo en cuenta las consignas de la problemática planteada en el aula, cada subgrupo debe buscar en el predio de la escuela el espacio físico que considere apropiado para ejecutar la obra de ampliación que se solicita. Para lograrlo, los distintos grupos recorren los patios y jardines, y discuten cuál es la mejor opción para resolver la propuesta. La docente los acompaña con el fin de evacuar dudas, observar el rol de cada uno y las discusiones que seguramente se producirán con motivo de las decisiones que deben tomar. - Ya de regreso, en el aula, sobre un croquis de la planta de la escuela (hecho en hoja para rotafolios), cada subgrupo marca el /los lugares escogidos para hacer la obra de ampliación. - (20 minutos) A continuación, realizan "a mano alzada" y también en hoja para rotafolios, un croquis con la distribución de los locales, así como el bosquejo del diseño de la estructura que cada uno propone.

¹² Estos contenidos se van ampliando y profundizando en clases posteriores; en ésta sólo se plantean.

- Terminados los trabajos grupales, se reúne el grupo total en plenario para escuchar las distintas propuestas. Un representante de cada subgrupo expone los resultados del trabajo realizado.
- (30 minutos) Cada uno de los trabajos presentados se discute en el grupo total, de manera de poder hacer las correcciones que correspondieren, y de identificar las soluciones más creativas y adecuadas a la situación problemática presentada al inicio de la clase.
- (60 minutos) En los diseños de las estructuras presentadas aparecerán –seguramente– losas continuas que se tienen que armar en una sola dirección. Esta situación propicia la inclusión de la problemática del dimensionamiento de las losas continuas. Se utiliza la forma dialógica, la que facilita en los alumnos explicitar y replantear los conocimientos previos.
- Simultáneamente, se va presentando un diagrama de procedimiento en el que se plantean los distintos pasos del proceso de cálculo y el cálculo correspondiente.
- (30 minutos) Concluida la exposición del tema, los alumnos vuelven a dividirse en subgrupos y realizan el cálculo de las losas continuas correspondientes a los módulos de los locales propuestos, siguiendo consignas, por cada subgrupo.
- (10 minutos) Concluidos los cálculos grupales, en plenario, cada subgrupo plantea la respuesta obtenida, la que es analizada, primeramente, en sí misma y, luego, en comparación con los resultados de los otros.

Actividades de cierre:

- Se efectúa en forma oral y abarca los distintos pasos necesarios para realizar el dimensionamiento de las losas continuas armadas en una sola dirección.
- (10 minutos) Al mismo tiempo, se propone a los alumnos que piensen en alternativas de solución para el dimensionamiento de las losas continuas de las cuatro aulas que también son diseñadas en la clase (Estos casos van a ser desarrollados en las próximas clases.)

EVALUACIÓN

Es de proceso y se realiza durante todas las etapas de la clase.

RECURSOS DIDÁCTICOS

Los diseños de los alumnos, como así sus cálculos, son realizados en hojas para ser presentados en rotafolios.

La comunicación de la situación-problema, como así la exposición de la docente sobre el dimensionamiento de losas continuas, se hace a través de una presentación en *Power Point*.

Actividad 6 **Rasgos de la planificación**

¿Qué características tiene esta planificación de una clase centrada en problemas?

Actividad 7 **Su planificación de clase**

Basándose en las capacidades y en la situación problemática que usted redactó páginas atrás, le proponemos desarrollar una planificación de clase centrada en la resolución de ese problema explicitado.

El currículum en acción, el currículum realizado y el currículum evaluado

El currículum prescrito –el que recibe el profesor como normativa de su jurisdicción educativa- y el currículum moldeado –el que él diseña como respuesta a su contexto educativo particular– son desarrollos “en papel”.

A partir de aquí, dejamos los papeles y comenzamos a transitar el currículum en acción.

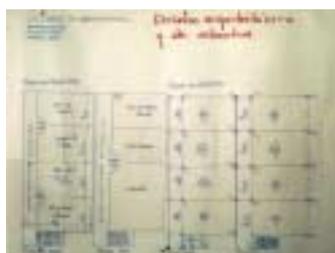
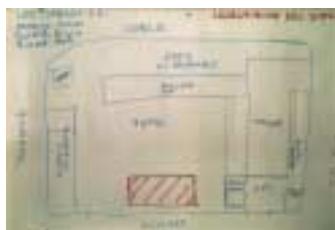


Fotografías: Constanza Avancini Noceti

A partir de la situación problemática planteada ("Existen varias demandas de los profesores de Educación Física..."), para esta clase se fijan las siguientes consignas:

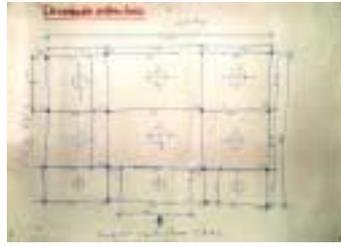
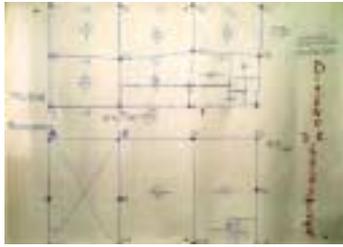
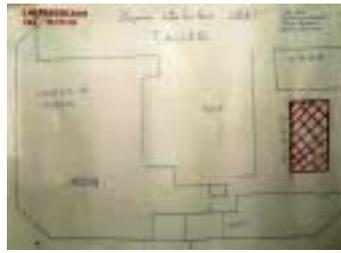
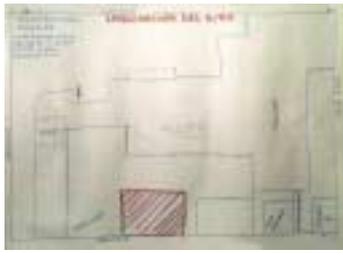
1. Localización en el predio de la escuela del lugar donde se podría realizar la nueva construcción.
2. Ubicación del lugar en un plano de la escuela.
3. Diseño, en forma de croquis, de la planta de los locales.
4. Diseño de la estructura (losas, vigas, columnas). En todos los casos, dos losas serán continuas, por lo menos en la dirección x.
5. Elección de uno de los diseños
6. Selección de tres losas continuas en una sola dirección y dimensionar.
7. No se pueden cortar árboles
8. La estructura debe contemplar, exclusivamente, el uso de hormigón armado.
9. La propuesta de localización debe ser en planta baja.
10. El edificio original de la escuela, por ser patrimonio histórico nacional, no puede ser demolido ni modificado.

Las soluciones encontradas para la construcción de esos espacios de recreación son:



Equipo: Rocío Castillo, Matías Mosovich y Paulo Minardi.

Equipo: Modesto Cerruto, Alberto Godoy, Jorge Melul, Federico Mizrahi, Nicolás Mosquera y Horacio Regis.



Equipo: Diego Calles, Isidro Sarmentero, Raúl Simone y Lilliana Sires Zabala.

Equipo: Diego Aguirre, Matias Carrieri, Pablo Cruz y Christian Rodríguez.

Algunos comentarios acerca de las soluciones encontradas:

- **En lo que respecta a la localización.** Todos los equipos de trabajo, después de recorrer los diferentes espacios de la escuela, y de analizar los puntos fuertes y débiles de cada uno, coinciden en el mismo lugar: un espacio que sirve de patio secundario, en la misma zona donde, antiguamente, se encontraba el taller de herrería. Ese sector cumple con todas las consignas dadas. Todos los equipos consideran que es el lugar óptimo para la nueva construcción.
- **En cuanto al diseño arquitectónico y de estructuras.** Los alumnos presentan cuatro propuestas diferentes. Cada una es analizada en plenario, discutiéndose sus ventajas y desventajas en cuanto a funcionalidad, cumplimiento de normas, economía y factibilidad constructiva; también se corrigen errores de diseño, tanto arquitectónico como de estructura.

Con estas actividades se propicia que los alumnos, con los conocimientos previos con que cuentan (algunos adquiridos en la escuela; otros, a través de la experiencia de la vida cotidiana –por ejemplo, por el trabajo que desarrollan: muchos son obreros de la construcción o hacen tareas afines–), representen en un croquis sus ideas y las discutan, e intercambien opiniones con sus compañeros. La interacción social, no sólo con sus pares sino también con su docente, se utiliza, en este caso, como una estrategia educativa tendiente a favorecer el proceso de aprendizaje.

Por otra parte, cabe destacar que no se ha dado aún ninguna regla del arte sobre diseño de estructuras; por esto, la estrategia docente se centra en la promoción de un conflicto cognitivo entre las ideas de los alumnos acerca de cómo debe ser un diseño de una estructura y la resolución técnicamente correcta. Esta reorganización conceptual por la que pasa el alumno no es simple; y, tal vez, le lleve mucho tiempo ser capaz de aplicarla a un conjunto amplio de situaciones¹³.

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, Josep. 1988 "Constructivismo humano, un consenso emergente". En *La enseñanza de las ciencias*. Siglo XXI. Madrid).

¹³ Volvemos a recomendarle que analice la presentación de estos contenidos, la que hemos incluido en el archivo anexo a este material de capacitación.

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.)

- **En lo que respecta al cálculo de losas continuas.** En la segunda parte de la clase, la enseñanza es básicamente expositiva ya que la complejidad del contenido (dimensionamiento de losas continuas) hace que para el alumno resulte sumamente complejo “descubrir” por sí mismo las soluciones científicamente correctas.

Más testimonios del trabajo por problemas

Consideremos otra planificación y otra clase desarrolladas a lo largo de la misma unidad didáctica:

<p>CONSTRUCCIONES METÁLICAS Y DE MADERA, Y CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO UNIDAD DIDÁCTICA: LA ESTRUCTURA SOMETIDA A ESFUERZO DE FLEXIÓN Y CORTE CLASE: DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOMETIDOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN</p>
DURACIÓN
80 minutos.
OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar consignas de trabajo y plasmarlas a través de las actividades que se planteen. - Analizar y discutir el comportamiento de diferentes estructuras metálicas, de madera y de hormigón armado. - Resolver una situación problemática referente al dimensionamiento de elementos estructurales metálicos y de madera isostáticos sometidos a esfuerzos de flexión. - Usar tablas específicas para el análisis de carga. - Valorar la importancia de las tareas en equipo de trabajo. - Respetar las opiniones de los compañeros y de la docente, y aceptar propuestas distintas a la propia.
CONTENIDOS
<p>Contenidos conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La estructura metálica, de madera y de hormigón armado; su comportamiento ante diferentes situaciones. - Estructuras metálicas y de madera sometidas a flexión: dimensionamiento y verificación de la flecha. <p>Contenidos procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpretación de consignas. - Identificación de los elementos estructurales que conforman una estructura. - Representación de una situación problemática dada. - Búsqueda de información. - Aplicación de fórmulas para el dimensionamiento y verificación. <p>Contenidos actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valoración del intercambio de ideas como fuente de aprendizaje. - Disposición favorable para contrastar sus producciones. - Valoración del trabajo reflexivo. - Valoración de la importancia del trabajo en equipo.
ACTIVIDADES
<p>Actividades de inicio (20 minutos):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se presentan los propósitos y los objetivos de la clase. - Mediante una guía de trabajo, los alumnos –en grupos de a dos– analizan diferentes tipos de estructuras: - la estructura de las Torres Gemelas –Manhattan–, - la estructura de la Torre Eiffel –París–, - la estructura del Puente más largo del mundo –sur de Italia–,

- la estructura del Puente de la Mujer –puente de Calatrava; Puerto Madero, Buenos Aires–.
- Los alumnos, en plenario, presentan sus primeras apreciaciones, distinguiendo similitudes y diferencias.

Actividades de desarrollo:

- (30 minutos) A partir del reconocimiento de los diferentes elementos estructurales efectuado durante la actividad inicial, se plantea a los alumnos una situación problemática real referente al “hacer” de un calculista de estructuras (Consigna: “Se construye una nueva pasarela que unirá dos edificios del Centro Comercial Las Américas”).
- El grupo se distribuye en subgrupos integrados por no más de cuatro estudiantes. Cada subgrupo debe realizar estas actividades como parte del proceso para encontrar las diferentes alternativas de solución al problema planteado.
 1. Expresar, según su criterio, mediante un diagrama de flujo o un simple listado, el procedimiento que utiliza un calculista de estructuras en su “hacer”.
 2. Representar “a mano alzada” la situación problemática planteada (esquemas, diagramas de flujo, dibujos, etc.), en hojas para rotafolios.
 3. Realizar el análisis de carga.
 4. Dimensionar el piso del puente (tablones y viguetas).
- La docente recorre los diferentes grupos con el fin de evacuar dudas, observar el rol de cada integrante y presenciar las discusiones que, seguramente, van a producirse con motivo de la decisiones que se deben tomar. Fundamentalmente, se observa la integración entre los alumnos.
- (15 minutos) Terminados los trabajos grupales, se reúne el grupo total, en plenario, para escuchar las distintas propuestas. Un representante de cada subgrupo expone los resultados del trabajo realizado. Cada uno de los trabajos presentados se discute en el grupo total, de manera de poder hacer las correcciones que correspondieren y de identificar las soluciones adecuadas a la situación problemática presentada al inicio de la clase.

Actividades de cierre (15 minutos):

- Usando el software educativo, los alumnos –nuevamente, en grupos de a dos– reconocen diagramas correspondientes a diferentes estados de carga y a distintos tipos de apoyo.
- Con el mismo software realizan las correcciones necesarias.

EVALUACIÓN

Es de proceso y se realiza durante todas las etapas de la clase.
La actividad de cierre también permite evaluar los contenidos conceptuales desarrollados en la clase.

RECURSOS DIDÁCTICOS

Los diseños y cálculos de los alumnos son realizados en hojas para rotafolios.
Para los cálculos, utilizan tablas y la calculadora.
La presentación de la situación problemática se hace a través de una presentación animada en *Power Point*.
Se usa Internet en el inicio.
Se usa un software educativo en el cierre.

BIBLIOGRAFÍA

- Pozzi Azzaro, Osvaldo. 1999. *Manual de cálculo de estructuras de hormigón armado*. Instituto del Cemento Pórtland Argentino.
- Villasuso, Bernardo. 1999. *Diseño y cálculo de estructuras*. El Ateneo.
- Becker y Perles. 1992. *Hormigón armado*. CC.

Partiendo de este plan de clase, el profesor diseña las sucesivas consignas de trabajo que presenta a los grupos de alumnos.

Veamos cómo se configura la propuesta de resolución de problemas en cada una de estas consignas.

Dimensionamiento de elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión

Consigna: **Análisis de estructuras –Grupo 1–**

A través de la visualización de un video y de la lectura de artículos sobre las Torres Gemelas de Manhattan tomados de las siguientes páginas de Internet:

- www.elmundo.es/gráficos,
- www.mundoarquitectura.com,

te proponemos:

1. Observa el vídeo y realiza una lectura comprensiva de los textos que tienes sobre las Torres Gemelas.
2. Realiza una breve descripción de sus características generales:
 - localización geográfica,
 - motivo de su construcción,
 - período en que se construyó.
3. Analiza su diseño estructural:
 - elementos constitutivos: función de cada uno, materiales constructivos,
 - consideraciones climáticas y otras que se tuvieron en cuenta en el cálculo de la estructura,
 - diseño en planta (croquis).
4. Considera algunos supuestos respecto de la caída de las Torres:
 - las cargas,
 - el incendio,
 - los pozos de escaleras.
5. Esboza algunas propuestas de solución centrándote en:
 - columnas,
 - material incombustible, revestimiento contra el fuego.
6. Prepara la actividad en hojas de rotafolios para ser discutida con todo el grupo, en plenario.



Fuente: Higwing- Aerial Photography www.highwing.com.
Diseño: Haydeé Noceti

Dimensionamiento de elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión

Consigna: **Análisis de estructuras –Grupo 2–**

A través de la lectura de artículos sobre la Torre Eiffel, tomados de la siguiente página de Internet:

- www.mundoarquitectura.com,

te proponemos:

1. Realiza una lectura comprensiva de los textos que tienes sobre la Torre Eiffel.
2. Describe brevemente sus características generales:

- localización geográfica,
 - motivo de su construcción,
 - período en que se construyó,
 - dificultades para su construcción.
3. Analiza su diseño estructural:
 - elementos constitutivos: función de cada uno, materiales constructivos,
 - consideraciones climáticas y otras que se tuvieron en cuenta en el cálculo de la estructura,
 - dificultades constructivas,
 - tipo de estructura, esfuerzos a los que está sometida,
 - diferentes elementos estructurales.
 4. Prepara la actividad en hojas de rotafolios, para ser discutida con todo el grupo, en plenario.



Fotografía y diseño: Raúl Montoto

Dimensionamiento de elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión

Consigna: **Análisis de estructuras –Grupo 3–**

A partir del vídeo sobre el puente más largo del mundo, tomado de la siguiente página de Internet:

- www.elmundo.es/gráficos/internacional

te proponemos:

1. Observa el vídeo.
2. Realiza una breve descripción de sus características generales:
 - localización geográfica, ciudades que comunicará,
 - motivo de su construcción,
 - período previsto para su construcción,
 - dificultades para su construcción.
3. Realiza una breve descripción del proyecto.
4. Analiza su diseño estructural:
 - elementos estructurales constitutivos: función de cada uno, materiales constructivos,
 - consideraciones climáticas y otras que se tendrán en cuenta en el cálculo de la estructura,
 - dificultades constructivas,
 - los cables: función, composición, materiales constitutivo,
 - la pista: capacidad.

5. Prepara la actividad en hojas de rotafolios, para ser discutida con todo el grupo, en plenario.



Fuente: www.elmundo.es/gráficos/internacional.
Diseño: Haydeé Noceti

Dimensionamiento de elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión

Consigna: **Análisis de estructuras –Grupo 4–**

A través de la lectura de textos sobre el Puente de Calatrava o Puente de la Mujer, tomados de la siguiente página de Internet:

- www.elmundo.es/gráficos/internacional,

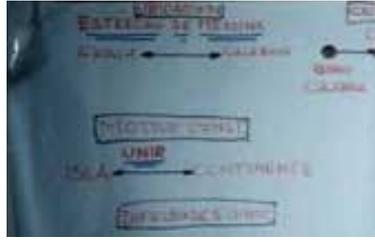
te proponemos:

1. Realiza la lectura de los textos.
2. Describe brevemente sus características generales:
 - localización geográfica,
 - motivo de su construcción,
 - período en que se construyó,
 - dificultades para su construcción.
3. Realiza una breve descripción del proyecto.
4. Analiza su diseño estructural:
 - elementos estructurales constitutivos: función de cada uno, materiales constructivos,
 - tablero: dimensiones, materiales, tipo de estructura,
 - columnas,
 - cables.
5. Prepara la actividad en hojas de rotafolios, para ser discutida con todo el grupo, en plenario.



Fuente: www.ciudad.com

Durante la presentación en plenario de los equipos de trabajo, cada grupo comunica la síntesis realizada después de analizar el material referido a las diferentes construcciones:



Equipo: Luis Calamari (docente), Pablo Cruz e Isidro Sarmentero.

Dimensionamiento de elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión

Consigna: **Se construye una nueva pasarela que unirá dos edificios del Centro Comercial "Las Américas"**

Te presentamos una noticia publicada en *Universal e.com*.

Caracas, martes 19 de noviembre de 2002.

Será inaugurado en los primeros días de 2003 el nuevo edificio del Centro Comercial "Las Américas" y con él un puente pasarela que lo unirá al otro edificio.

Caracas. Los cientos de clientes que diariamente hacen sus compras o pasean por el Centro Comercial "Las Américas" tendrán un nuevo motivo para concurrir. A principios del año 2003 se ampliarán sus instalaciones: se inaugurará un edificio lindante con el actual. Para comodidad de los visitantes, ambos edificios estarán unidos por un puente pasarela.

El ingeniero Díaz, a cargo de la obra, explica algunas cuestiones técnicas referentes a la pasarela. Se trata de una estructura metálica de 12 metros de longitud y dos metros de ancho. El piso de la pasarela es de tabloncillos de madera lustrada con apoyo en perfiles de hierro, siendo el peso aproximado del conjunto (tabloncillos y perfiles) de 30 kg /m². Las mallas perimetrales son reticuladas, también de hierro.

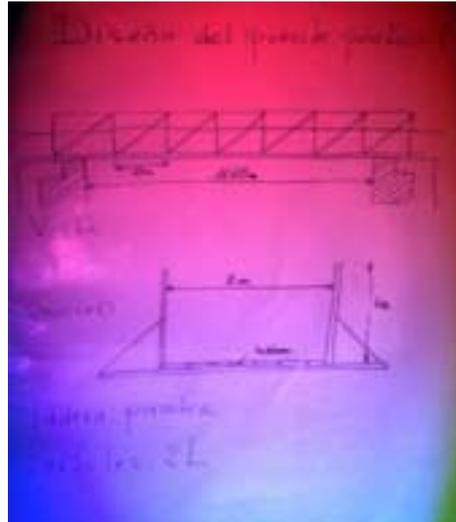
El ingeniero considera que en las horas pico diarias, podrían transitar simultáneamente 180 personas (promedio 80 kg por persona), por lo que sostiene que el puente peatonal constituye un espacio importante de comunicación entre los dos edificios del centro comercial.

Por otra parte, el administrador del centro comercial, señor Peña, explica que no es una pasarela más, ya que su diseño será muy grato a la vista de los caraqueños y visitantes.

Con referencia a esta noticia, te solicitamos:

1. Si fueras el ingeniero Díaz y tuvieras que dimensionar el puente, ¿cómo lo harías?. Para ello, expresa el procedimiento mediante un gráfico, un esquema, un diagrama de flujo o un simple listado.
2. Ahora, ya podrías ser casi un colega del ingeniero Díaz: entonces, te proponemos que realices la siguiente actividad:
 - Dibuja el puente pasarela en vista lateral y en vista transversal (elige tipo de reticulado, tipo de madera para el entablado y las dimensiones faltantes).
 - Dimensiona los tabloncillos del piso.
 - Dimensiona los perfiles de las viguetas de hierro donde apoyan los tabloncillos del piso.
 - En cada situación (cálculo del tabloncillo y de los perfiles), realiza el diagrama de carga.
3. Presenta en plenario tu propuesta de diseño y dimensionamiento, utilizando hojas de rotafolios.

Después de la discusión en plenario, el grupo opta por este diseño:



La pasarela se proyecta utilizando perfiles L y U, y madera pinotea para los tabloncillos del piso. La pantalla protectora es un reticulado constituido por barras con perfiles L.

Transcribimos el cálculo efectuado en hoja de rotafolios y corregido por todo el grupo:

1. Análisis de carga:

Peso propio de la pasarela	50 kg/m ²	→ g
Sobrecarga debido a las personas	600 kg/m ²	→ p
Carga total	650 kg/m ²	→ q

2. Dimensionamiento de los tabloncillos:

Predimensionamiento:

Se considera un tabloncillo de 30 cm x 6.3 cm (12" x 2.5")

La distancia entre los apoyos del tabloncillo es de: 1.50 m

Dimensionamiento:

Como los tabloncillos trabajan a la flexión, el dimensionamiento se hace calculando el módulo resistente W, siendo

$W = M/p$ con M (momento flexor) = $Pl^2/10$ siendo P carga por metro lineal de tabloncillo

↳ Tensión admisible de la madera = 100 kg/cm²

$$P = 1m \cdot 0,30m \cdot 650 \text{ kg/m}^2$$

$$M = 650 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,30m \cdot 1m \cdot 1,50^2 \text{ m}^2 / 10$$

$$M = 43,87 \text{ kgm} \quad M = \leftarrow 4387 \text{ kgcm}$$

$$W = 4387 \text{ kgcm} / 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 43,87 \text{ cm}^3$$

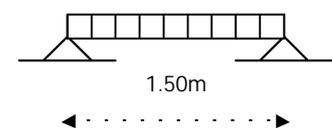
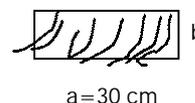


Diagrama de carga

Por otra parte, sabemos que $W = ab^2/6$



$$b^2 = 6W/a \rightarrow b^2 = 6.43.87\text{cm}^3/30\text{cm}$$

$$b^2 = 8.77 \text{ cm}^2 \rightarrow b = 2.96\text{cm},$$

esto significa que, con un espesor de 3 cm alcanzaría para que el tablón soporte la flexión.

Veamos qué sucede con la flecha.

Para que la flecha verifique, debe ser menor o igual a $l/500$; esto implica que es indispensable que el J_x (momento de inercia respecto del eje x del tablón adoptado) sea mayor o igual que el J_{nec} . (momento de inercia necesario para el tablón adoptado).

$$J_{nec} = 500 P l^2$$

\rightarrow Carga en t
 \rightarrow Coeficiente que depende del tipo de madera

$$J_{nec} = 500 \cdot 0.650\text{t/m}^2 \cdot 0.30\text{m} \cdot 1\text{m} \cdot 1.50\text{m} \cdot 1.5^2\text{m}^2$$

$$J_{nec} = 329\text{cm}^4 \text{ (el resultado se expresa en cm a la cuarta)}$$

$$\text{Si } J_x = ab^3/12 \text{ debe ser por lo menos igual a } J_{nec}. \rightarrow 329 \text{ cm}^4 = 30 b^3/12$$

$$b^3 = 329.12/30$$

$b^3 = 131,6 \text{ cm}^3 \rightarrow b = 5.08 \text{ cm}$. Entonces, si bien por flexión alcanzaba con un tablón de 3 cm de espesor, por flecha se requiere uno de 5.08 cm de espesor. Por desgaste de la madera, se adopta un tablón de 6.3 cm (2.5") de espesor (tal como el que se consideró en el predimensionamiento).

3. Dimensionamiento de las viguetas que soportan a los tablonces:

Como las viguetas trabajan a la flexión, se dimensionan calculando el módulo resistente W , siendo:

$$W = M/\text{tensión del perfil}$$

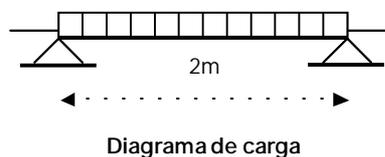
$$M = P.l^2/10$$

$$M = 650\text{kg/m}^2 \cdot 2.2\text{m}^2 \cdot 1.50\text{m}/10$$

$$M = 390 \text{ kgm} \rightarrow M = 39000\text{kgcm}$$

$$W = 39000\text{kgcm}/1400\text{kg/cm}^2$$

$$W = 27.85\text{cm}^3 \rightarrow \square \text{ PN } 10$$



Por flexión se requiere un perfil normal 10.

Veamos qué sucede con la flecha.

Para que verifique la flecha, es indispensable que el J_x sea mayor o igual que el J_{nec} .

$$J_{nec} = 31 \cdot P \cdot l^2 \text{ con } P \text{ en t y } l \text{ en m}$$

$$J_{nec} = 31 \cdot 0.650 \cdot 2.1 \cdot 50.2^2$$

$$J_{nec} = 241.8 \text{ cm}^4$$

$$J_x \text{ del perfil } \square 10 \text{ es } 206 \text{ cm}^4$$

Como el momento de inercia del perfil es menor que el necesario, entonces se debe considerar un perfil mayor.

Por eso tomamos un perfil normal 12, cuyo momento de inercia es de 364 cm^4 , mayor que el necesario.

Actividad 8

El currículum en acción

Lo invitamos a puntualizar las fortalezas y las debilidades de la tarea encarada por docente y alumnos alrededor de las consignas:

- Análisis de estructuras.
- Se construye una nueva pasarela que unirá dos edificios del Centro Comercial "Las Américas".

2. REFLEXIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS CENTRADAS EN PROBLEMAS

Reflexión

Permite comprender lo que se está haciendo y aprovechar las oportunidades para encontrar soluciones más armoniosas y precisas. Ser experto se convierte, así, en algo más que pura eficiencia; constituye un motivo para aprender de la experiencia e interrogarla, de forma de reorganizarla, abriendo el camino a nuevas ideas y acciones. (Glaser, R.. 1992. *El conocimiento reflexivo del experto*. Universidad Abierta de Cataluña. Barcelona.)

Por lo general, los docentes reflexionamos bastante respecto de la planificación de nuestras actividades; pero, no es frecuente que dediquemos un tiempo equivalente para analizar la puesta en práctica de esa planificación.

El análisis de esta fase es lo que le da sentido real a la calidad de la enseñanza, por encima de declaraciones, propósitos, dotación de medios, etc. La práctica desborda los propósitos del currículum, dado el complejo tráfico de influencias, interacciones, etc. que se producen en ella¹⁴.

Para ejercitar juntos esta estrategia de análisis acerca de la acción, presentamos aquí algunas reflexiones realizadas por la profesora que tiene a su cargo el desarrollo de las experiencias que acabamos de compartir con usted, diseñadas en torno a las consignas:

- **Análisis de estructuras.**
- **Se construye una nueva pasarela que unirá dos edificios del Centro Comercial "Las Américas".**

Los procesos de interacción

Las interacciones docente-alumno, alumno-alumno, las fortalezas y debilidades de la práctica contextualizada... pueden ser algunos de los rasgos que conviene considerar en el momento de hacer un análisis de nuestra práctica docente.

Consideremos, inicialmente, las características generales del grupo y del ámbito donde se desarrolla la clase.

El grupo está conformado por estudiantes del quinto año de una escuela técnica, por dos colegas –que se integran en los subgrupos de alumnos para prestar la ayuda necesaria– y por la docente responsable de la clase. A raíz del trabajo interdisciplinario que requiere la resolución del problema planteado, en el grupo se presenta una peculiaridad poco común: la participación en una misma clase de docentes distintos al de la cátedra.

Las edades de los **estudiantes** oscilan entre los 20 y 55 años. Todos los alumnos trabajan; la mayoría, en actividades no relacionadas con la profesión que han elegido, y sólo algunos en actividades de albañilería y pintura.

La **docente** es ingeniera en *Construcciones*, profesora en Matemática y Cosmografía, profesora en Disciplinas Industriales en Construcciones y profesora de nivel superior en Construcciones, con experiencia en la docencia de nivel medio –especialmente, en materias específicas del ciclo superior de escuela técnica– y con trayectoria en la coordinación de centros de capacitación docente.

Los **colegas** –un arquitecto y un técnico en Minería– son profesores de la misma escuela, con experiencia en la docencia y en la actividad profesional en el área de la construcción de edificios.

¹⁴ Gimeno Sacristán, José. 1989; 2ª ed. Op. Cit.

El **ámbito** en el que se desarrolla la clase –si bien no es el único componente condicionante de la enseñanza y del aprendizaje– incide decisivamente en el proceso didáctico. En nuestro caso, la clase se desenvuelve en dos salas: un laboratorio de informática y un aula contigua con mesas de trabajo; ambas constituyen un ambiente agradable y muy amigable para los participantes: aún contando con muchos recursos tecnológicos, lo que podría pensarse como un entorno “duro” no es tal, por cuanto la dureza de la tecnología está minimizada por la presencia de muchas plantas y de un diseño arquitectónico en el que se conjugan formas y colores que hacen sumamente placentero el trabajo allí.

La disponibilidad de **recursos tecnológicos** apropiados para las diferentes actividades a realizar el grupo, permite analizar y desenvolver situaciones tecnológicamente complejas, constituyendo un factor muy motivante –en unas páginas más nos dedicamos a analizar cómo incide el estilo motivacional en la construcción de los aprendizajes– y conformando uno de los puntos fuertes de la clase. Otro de estos componentes activadores del entusiasmo es la temática de los encuentros: el análisis de las estructuras de los edificios –Torres Gemelas, Torre Eiffel, Puente más largo del mundo– constituye una problemática muy motivante para los estudiantes.

La clase se lleva a cabo en horario nocturno: de 20.45 a 23. Después de una jornada de trabajo, el cansancio físico y mental influye notablemente en el aprendizaje en esta franja de actividades escolares.

Hecha esta presentación general y pasando a la situación concreta de la clase analizada, consideremos la multiplicidad de acciones comunicativas establecidas entre los protagonistas: alumnos, acompañantes y docente, teniendo en cuenta que cada interacción en un aula está formada por intercambios explícitos e implícitos entre el docente y los alumnos, y entre los alumnos entre sí, intercambios referidos tanto a actividades y cuestiones académicas como a reglas de participación

Veamos cómo se registra esa interacción en las clases consideradas.

- Las **reglas de participación** básicas son dadas por la docente al comienzo de la clase: presentando la temática a abordar, planteando los propósitos de la clase, puntualizando los objetivos a alcanzar por los alumnos e indicando las actividades a desplegar. No obstante, esas reglas no son comunicadas como enunciados inalterables y –de hecho– se van modificando durante la clase, por la misma dinámica del proceso de interacción. Así, el grupo cambia pautas dadas –por ejemplo, el tiempo de duración de las actividades, a raíz del entusiasmo que algunas despiertan–.
- ¿Qué sucede con las interacciones entre alumnos? Si bien podemos suponer que un joven frente a una computadora interactúa exclusivamente con ella –sobre todo cuando esa máquina presenta una pantalla plana (poco común) y cuando lo que se ve en ella despierta su interés–, en las clases se registra, también, una interacción intensa y sostenida de los estudiantes entre sí. Los **grupos de trabajo** se organizan espontáneamente, integrándose tanto por alumnos como por los docentes acompañantes. En cada uno de los subgrupos se crea un excelente clima de trabajo.
- Los alumnos se asignan diferentes **roles**: la lectura y el análisis de la información –tanto la mediatizada vía Internet como la aportada como material impreso entregado al comienzo de la clase– son realizados por todos los integrantes del grupo; en cada subgrupo, un miembro va anotando los conceptos

Interacción

Por interacción (...) entiendo acción comunicativa simbólica. Se rige por normas obligatorias consensuadas que definen las expectativas recíprocas respecto de las conductas, y que pueden ser comprendidas y reconocidas por dos sujetos agentes, al menos. (Habermas, Jürgen. 1971. *Towards a Rational Society*. Heinemann. Londres)

Interactividad

La interactividad en informática no es la respuesta de la máquina a la acción e un usuario (de este modo, cualquier puesta en marcha de cualquiera de nuestras “extrañas máquinas” sería un proceso interactivo), sino la respuesta “por medio del lenguaje al lenguaje”, por parte de máquinas que simulan la presencia de un participante humano, incluso en el nivel de la comprensión de las interpelaciones (Jacquinot, Genevieve. 1997. *La escuela frente a las pantallas*. Aique. Buenos Aires).

fundamentales que surgen; otro alumno redacta la síntesis de presentación; finalmente, si bien se elige un vocero por grupo, la presentación en plenario es realizada con la participación de todos los integrantes, cada uno con una tarea diferente.

- La interacción también se da **con la docente**, quien recorre los diferentes grupos señalando cuestiones importantes, aclarando dudas, haciendo preguntas. A veces, instando al análisis; otras, indagando acerca del grado de comprensión logrado por los estudiantes.

Toda la actividad se lleva a cabo en un clima de trabajo agradable, con respeto y responsabilidad.

La característica misma de la actividad presentada –análisis de tres estructuras totalmente diferentes mostradas a través de diseños animados– resulta sumamente atrapante:

- **En las Torres Gemelas** no sólo se plantea la conformación de su estructura y la propuesta de un análisis estructural simple de la caída, sino una movilización afectiva: la muerte de tantas personas y la vulnerabilidad de un emblema.
- **En la Torre Eiffel**, símbolo de un país, la estructura presentada resulta algo tan diferente y único, que los alumnos prefieren profundizar en el conocimiento sobre ella, en lugar de analizar el otro edificio que se les presenta, el Puente de Calatrava.
- **En el Puente más largo del mundo**, el acelerado avance tecnológico que permite cruzar el mar en una zona sísmica mediante un puente colgante, resulta sorprendente para los estudiantes.

Actividad 9 **Interacciones**

- ¿Qué tendencias puede extraer usted a partir de esta primera descripción de intercambios?
- Respecto de la clase que usted ha planificado para sus alumnos, ¿qué interacciones prevé que se produzcan?

La participación es un proceso; la situación comunicativa va cambiando a medida que transcurre el tiempo. Las actividades de inicio son lo suficientemente motivadoras como para permitir, sin ninguna traba cognitiva, el paso a la segunda actividad, que responde a la resolución de una situación problemática: “Se construye una nueva pasarela que unirá dos edificios del Centro Comercial ‘Las Américas’”.

En este segundo tramo, a raíz del grado de complejidad de la actividad presentada, se promueve otra distribución de los subgrupos –esta vez, sugerida por la docente–, que intenta que en cada equipo haya, por lo menos, un alumno con más conocimientos que sus pares.

En el desarrollo de esta consigna –que requiere un intercambio muy importante de ideas y conceptos– se observa otra configuración de roles. Así, se ve a Luis como el líder, con una concepción muy práctica y, tal vez, un poco mecánica de encarar los procedimientos de cálculo; en un principio, no tiene en cuenta las consignas (de

todo el cálculo necesario para el diseño de la pasarela, el grupo sólo debe cumplimentar una parte) y no se muestra muy conforme con los resultados obtenidos. Raúl ayuda a Diego en el diseño y cumple su rol docente en el subgrupo. Se escuchan discusiones interesantes y muy ricas entre los alumnos/as, y entre los alumnos/as con los docentes.

La presentación de las conclusiones es flexibilizada en el mismo momento de encargarla, en razón de que tanto el diseño como la solución encontrados por cada grupo ya han sido observados por la docente en su interacción con cada equipo. Por esto, la profesora opta por presentar el cierre de esa actividad mediante una comunicación dialógica y no en plenario. En este momento, a través de un proceso interactivo de interrogación, se concreta la puesta en común de las soluciones encontradas.

En el cierre, mediante la asociación de diagramas de cargas con sus correspondientes diagramas de esfuerzos de corte y de momentos flectores, se establece otra instancia muy fuerte de comunicación: los alumnos desarrollan una especie de ping-pong de preguntas y de respuestas, planteadas y contestadas a través de un software educativo (aún cuando éste está desarrollado en inglés y con convenciones de signos diferentes a las adoptadas por nosotros, el cambio de idioma y de convención simbólica no resultan obstáculos para que se concrete el proceso de síntesis).

Es a través del andamiaje que se puede intervenir en la **zona de desarrollo próximo**, ya que el docente "presta" sus procesos psicológicos superiores al alumno, por medio de situaciones de enseñanza que facilitan la internalización de los contenidos a aprender. De esta manera, se cumple con la ley de doble formación: primero, intersíquica –interacción docente-alumno– y, luego, intrapsíquica –apropiación individual por parte del alumno–.

La peculiaridad del dispositivo de andamiaje radica en que, inicialmente, se debe incluir la acción del sujeto experto a condición de que se desmonte, progresivamente.

El nivel de **desarrollo real** se corresponde con las capacidades que las personas ya han adquirido y utilizan de una manera individual y que, por lo tanto, pueden controlar de manera autónoma –intramental–.

El nivel de **desarrollo potencial** es el delimitado por aquellas capacidades que la persona puede poner en juego mediante la ayuda, la guía y la colaboración de otras personas más expertas y capaces que ella –intermental–.

(...) la distancia entre el nivel real de desarrollo –determinada por la capacidad de resolver independientemente un problema– y el nivel de desarrollo potencial –determinado a través de la resolución de problemas bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz– configura la **zona de desarrollo próximo**¹⁵.

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. (Vygotsky, Lev. 1979. *El desarrollo de los procesos mentales superiores*. Grijalbo. Barcelona.)

¿Cómo se manifiestan estos procesos en la clase que estamos analizando?

- En una primera instancia, cuando el alumno se enfrenta a la información inicial, recupera los conocimientos previos, ordenándolos, para luego vincularlos al problema. En esta situación predominan los procesos intramentales

¹⁵ González, Elsa. 2001. Módulos de Psicología del Desarrollo y Educacional. *Universidad Tecnológica Nacional*. Buenos Aires.

que configuran la **zona de desarrollo real** de ese estudiante.

- Pasada esta etapa y cuando cada alumno se encuentra ante el desafío de tener que hacer un análisis de la nueva situación y de responder a cuestiones que se le plantean, recurre al apoyo de sus compañeros de grupo –estudiantes y docentes que conforman el subgrupo de trabajo al que pertenece– y, luego, al de su profesora –esto se propicia y facilita cuando ella recorre los diferentes grupos aclarando dudas, dando más información o haciendo preguntas–. Con los aportes de sus “socios” de aprendizaje, que le aportan saberes y herramientas, se configura una **zona de desarrollo próximo**.

La ayuda dada por la docente, por otros compañeros y por los otros profesores presentes actúa como “andamiaje”. Este sostén cognitivo se adapta a cada alumno (la ayuda no es la misma para todos los estudiantes) y a sus diferentes procesos de aprendizaje (el proceso de aprendizaje que se da en el inicio de la clase tiene características incomparables al que se da durante el desarrollo).

La docente deja de apuntalar el proceso de construcción del conocimiento cuando considera que el alumno puede encarar una instancia de aprendizaje autónomo.

Andamiaje –scaffolding–

Medios gracias a los cuales un adulto o un especialista acude en ayuda de alguien que es menos adulto o menos especialista que él (...). Lo que hace que el niño o el principiante sea capaz de resolver un problema, de llevar a cabo una tarea o de alcanzar un objetivo que, sin ayuda, habría quedado fuera de su alcance. Para el adulto, este apoyo consiste esencialmente en “tomar en sus manos” los elementos de la tarea que superan a las capacidades del principiante. (Bruner, J. S.; Ross, G.; Wood, D. 1976. “The role of tutoring in problem solving”. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* N° 17, 89-100).

Podemos puntualizar que, respecto de la interacción, en esta clase¹⁶:

- **Se sitúa la actividad en un contexto en el que los alumnos tienen reales posibilidades de aprendizaje.** La docente, al inicio, presenta los objetivos perseguidos, las relaciones básicas a establecer, las actividades. El grupo realiza síntesis parciales y, durante todo el desarrollo y al finalizar, vuelve sobre ellas.
- **Se incentiva la participación de todos los alumnos en las diferentes actividades.** Cada estudiante tiene un espacio de participación; inclusive, cuando su nivel de competencia y sus conocimientos, en un primer momento, resultan escasos. El trabajo conjunto en los subgrupos, mediante la integración de alumnos con los otros docentes, permite el aporte de cada uno: el de los más competentes, de “andamio” a los que no cuentan aún con los conocimientos; y, el de éstos, aún con sus errores, porque estos fallos hacen posible contar con la ocasión de abordar la revisión y la necesaria modificación cognitiva esperada. Cabe destacar que el tipo de contenido que sustenta la clase (la estructura de un edificio constituye su corazón), las actividades propuestas y su grado de complejidad (desde lo que los estudiantes saben hacia lo que deben saber), los medios didácticos utilizados y las consignas claras, la actuación de la docente y de sus colegas acompañando en todo momento el aprendizaje aceptando la contribución de un alumno aunque no estuviera expresada de manera muy clara, la predisposición y el interés de todos... son aspectos que propician el logro de una participación sumamente activa por parte de los alumnos.
- **Se genera un clima de trabajo afectivo y emocional basado en la confianza, la seguridad y el interés por el conocimiento.** La docente cuida no sólo los aspectos cognoscitivos de la interacción, sino también los de carácter relacional, afectivo y emocional. De allí que los contenidos trabajados referidos a actitudes –la valoración de la opinión del otro, la libertad de trabajo con

¹⁶ Basada en la caracterización que hace Onrubia (1996) del proceso de interacción en situaciones de aula

respeto y responsabilidad– y procedimientos están en igualdad de condiciones que los conceptuales. Uno de los aspectos que muestra el grado de interés y el clima de trabajo logrado es el hecho de que el grupo prefiere seguir trabajando y no pasar por alto un recreo (por supuesto, con *Coca-Cola* y sandwich de por medio).

- **Se flexibiliza el ritmo de trabajo.** Se introducen modificaciones a las secuencias diseñadas, según las actuaciones parciales y de acuerdo con los productos que los estudiantes van construyendo. Así, por ejemplo, el grupo que encara el análisis de la Torre Eiffel prefiere ampliar y profundizar en esta estructura y dejar para otro momento el del Puente de Calatrava (los muchachos se llevan la información para encarar el estudio en sus casas). También se modifican los tiempos y la forma de presentación de la segunda consigna, en función del seguimiento realizado durante toda la clase, con una forma dinámica, cambiante, móvil y variable.

En cuanto a la interacción entre los alumnos, destacamos los siguientes aspectos:

- Sintonía muy rápida entre ellos. La presencia de ayuda mutua se registra en todo momento, ajustada al ritmo del otro (los más rápidos esperan a sus compañeros; los más extrovertidos, en algunos momentos, se frenan y dan paso a los más tímidos).
- No resulta fácil para los estudiantes la tarea de explicar un contenido a sus pares y a sus docentes; esto requiere un proceso intenso de organización y reelaboración del conocimiento. Por eso advertimos como muy valiosa la presentación en plenario de las conclusiones, en la que es posible observar a todos los integrantes de cada subgrupo en una participación activa y con el interés centrado en que los otros miembros de la clase comprendan la explicación. Esta necesidad de que el otro entienda, se registra también en la forma de presentación de la síntesis –con máxima claridad, precisión y exhaustividad– a través del rotafolios.
- Las explicaciones entre compañeros, en algunos casos, permiten clarificar mejor las dificultades; no obstante, esta situación no prescinde de la atenta mirada de la docente, quien en todo momento colabora en la superación de las dificultades, de las detenciones y de los errores.

Actividad 10 **Fortalezas y debilidades**

Muchas son las fortalezas de esta experiencia que, en términos de Gimeno Sacristán, constituye el currículum realizado. Lo invitamos a puntualizarlas.

Aprendizaje

Para el racionalismo, nuestro conocimiento es sólo el reflejo de estructuras innatas y aprender es actualizar lo que desde siempre, sin saberlo, hemos sabido; para el empirismo, nuestro conocimiento es sólo el reflejo de la estructura del ambiente y aprender es reproducir la información que recibimos. En cambio, para el constructivismo, el aprendizaje es siempre una interacción entre la nueva información que se nos presenta y lo que ya sabíamos, y aprender es construir modelos para interpretar la información que recibimos. (Pozo, Juan Ignacio. 1998. *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Alianza. Madrid.)

Las estrategias de enseñanza para la resolución de problemas

La principal meta de la educación es crear hombres capaces de hacer cosas nuevas y no simplemente de repetir lo que han hecho otras generaciones: hombres creadores, inventores y descubridores (...). Por ello, necesitamos alumnos activos, que pueden aprender a descubrir por sí mismos; en parte, por la actividad espontánea y, en parte, por medio de materiales que les proporcionamos, y determinar qué es verificable y qué es lo que simplemente les viene a la mente...¹⁷ El educador sigue siendo indispensable como animador, para crear las situaciones y construir los dispositivos iniciales susceptibles de planear problemas útiles al niño y, además, organizar contraejemplos que obliguen a reflexionar y a modificar soluciones demasiado precipitadas. Lo que se pretende es que el maestro deje de ser conferencista, y que estimule la investigación y el esfuerzo, en lugar de transmitir soluciones acabadas¹⁸.

Estas ideas de Piaget acerca de cuál debe ser la meta de la educación y cuál, en tal sentido, debe ser el rol del/la docente, constituyen el marco que impulsa el enfoque que damos desde nuestro material a la compleja tarea de encarar la **resolución de problemas** a través de estrategias de enseñanza apropiadas.

¿Cuáles son las estrategias docentes implementadas a lo largo de la clase que nos ocupa?

Estrategias de enseñanza

Resultan de la configuración de las prácticas pedagógicas en un momento determinado; son los mecanismos específicos que el maestro y el profesor despliegan a cada momento, para lograr que sus alumnos construyan comprensivamente un determinado contenido.

- **Presentación del tema, de los propósitos y objetivos.** Hecha a través de una breve explicación y mediante el uso de una animación; de este modo, se prepara el camino para la recuperación de las ideas previas de los alumnos
- **Recuperación de las ideas previas.** La profesora, mediante una guía de trabajos y a través de su aporte en el mismo momento, apunta a que el alumno indague en sus conocimientos previos.
- **Desarrollo del tema.** Los contenidos son presentados junto con la realización de actividades e integran conocimientos de diferentes áreas disciplinares: del diseño y cálculo de estructuras y de las ciencias sociales (los alumnos ubican la construcción en tiempo y espacio, indagan en el hecho histórico que dio origen –por ejemplo, a la Torre Eiffel–), aunque el eje temático pertenezca a la primera. En cuanto al diseño y cálculo de estructuras, también existe una integración de asignaturas entre *Construcciones de hormigón armado*, y *Construcciones metálicas y de madera*.
- **Integración:** Se hace a través de la presentación de situaciones de asociación de diferentes diagramas: de carga y esfuerzo de corte, de carga y momento flexor –éstos constituyen aspectos fundamentales en la resolución del problema del puente peatonal–, a través de un juego de imágenes planteadas a través de un software educativo específico y como síntesis mediante una comunicación dialógica con los alumnos, apoyada en una presentación animada en *Power Point* del procedimiento de cálculo.

¹⁷ Piaget, Jean. 1961. *Le jugement moral chez l'enfant*. Alcan. París.

¹⁸ Piaget, Jean. 1975; 2ª ed. *A dónde va la educación*. Teide. Barcelona.

Actividad 11 Estrategias docentes

Le proponemos analizar las tareas coordinadas por la profesora a lo largo del trabajo con las consignas "Análisis de estructuras" y "Se construye una nueva pasarela que unirá dos edificios del Centro Comercial 'Las Américas'".

También nosotros realizaremos un análisis de las estrategias docentes, agrupándolas en:

1. Estrategias de promoción de la significatividad.
2. Estrategias de promoción del trabajo en equipos.
3. Estrategias de promoción de la motivación.
4. Estrategias de promoción de la problematización.

Lo invitamos a acompañarnos.

1. Estrategias de promoción de la significatividad

La estrategia inicial con la que comienza a desarrollarse la clase promueve la **significatividad** del problema.

De acuerdo con Ausubel, desde el inicio, las actividades presentadas deben tender a que el alumno establezca vínculos adecuados entre los conocimientos nuevos y los que ya tiene.

En esta dirección de la significatividad, las dos consignas que estamos analizando proponen situaciones didácticas que favorecen la integración, por parte del alumno, de nuevos conocimientos o la modificación de los conocimientos previos que trae, a través de una nueva construcción de la realidad, realizada por él mismo desde lo que ya sabe. Ausubel sostiene que cuanto mayores son los nexos, las relaciones, las asociaciones que se establezcan entre los conocimientos que el estudiante posee y los nuevos, más significativo es el aprendizaje.

En el caso específico de nuestra propuesta, los alumnos participantes de las clases, indudablemente, tienen información sobre la temática (conocen el concepto de estructura, poseen información sobre las Torres Gemelas o sobre la Torre Eiffel). Lo que la profesora promueve en las franjas iniciales de la clase es recuperar estos conocimientos previos, integrarlos, encontrar vínculos que le permitan al estudiante establecer relaciones, de modo de dar respuesta a nuevos problemas. A partir de lo que saben y de los materiales provistos, los estudiantes tienen que indagar, buscar datos, transformar los datos en información y en conocimiento, encontrar –para estas situaciones específicas– procedimientos de diseño y cálculo de estructuras¹⁹, discutir soluciones y tomar la decisión acerca de la que consideran la óptima²⁰.

Significatividad

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 él. (Ausubel, D. 1976. *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas).

¹⁹ En la enseñanza tradicional este proceso de construcción es reemplazado por el de transmisión por parte del docente. Éste provee información como si fuera una receta que el alumno aplica algorítmicamente a ejercicios en los que todos los datos son dados y en los que sólo es posible acceder a un resultado uniforme.

²⁰ Los alumnos destinatarios de las propuestas se encuentran en la etapa "operacional formal", de acuerdo con la caracterización piagetiana: es decir, tienen capacidad para formular y comprobar hipótesis y aislar variables, representar, no sólo lo real o concreto, considerar todas las posibilidades de relación entre efectos y causas, y utilizar una cuantificación relativamente compleja.

Por otra parte, los conceptos y los contenidos a aprender no son presentados al comienzo, sino que los estudiantes acceden a ellos a través de situaciones, ejemplos, casos que hacen posible que analicen, comparen, discutan, sintetizen, avanzando en su comprensión.

La resolución de problemas se destaca por sus valores como promotora del pensamiento crítico y creativo, y la autonomía de los alumnos.²¹

2. Estrategias de promoción del trabajo en equipo

Otra estrategia de enseñanza que se utiliza es el **trabajo en equipo**; se privilegian el intercambio comunicacional y el contexto cultural y social como facilitadores del aprendizaje.

A partir de la propuesta de actividad planteada, el grupo –docente y alumnos– construyen un cuerpo de conocimientos mediante la acción conjunta. Dada la asimetría natural de dichas relaciones, la docente aporta buena parte de la información y el vocabulario, y los alumnos los conocimientos previos, su experiencia y sus inquietudes.

Los conocimientos, experiencias o ideas previas de los alumnos son comparados y analizados por todos. La docente guía el análisis para organizar mejor los conocimientos previos que sean correctos; en el caso de los erróneos, orienta a los alumnos en la búsqueda de nueva información para que ellos mismos reconozcan el equívoco e integren el nuevo aprendizaje.

3. Estrategias de promoción de la motivación

Ahora bien, a esta altura de la reflexión cabe preguntarnos, ¿de qué manera influyen realmente los factores motivacionales en una situación de aprendizaje?

Motivación intrínseca

Que los aprendices perciban que el resultado de un aprendizaje es importante o tiene interés en sí mismo constituye un móvil para aprender que se llama motivación intrínseca. (Pozo, Juan Ignacio. *Aprendices y maestros*. 1998. Alianza. Madrid).

Siendo el aprendizaje una parte del comportamiento humano, necesita de una fuerza motivacional para mantenerse en el tiempo; sin motivación, el estudiante no efectúa su trabajo adecuadamente. No podemos exigir “trabajo creativo” a quien no está motivado; por esto, una excelente estrategia didáctica se ve desdibujada por falta de incentivo por parte del alumno; de allí, que exista una íntima interrelación entre el método de enseñanza y aprendizaje, y los aspectos motivacionales que se mueven en el estudiante.

Pero, ¿qué significado se le da al concepto de motivación?

Tal vez, convenga hablar de “estilo motivacional” y no de “motivación”, ya que todas las personas poseen un potencial motivador cuya diferencia está en el estilo.

Si la analizamos desde el punto de vista de las teorías conductistas, la motivación responde a una visión bastante externalista de búsqueda de recompensas –aprobación de los otros, buenas notas– en el ambiente. En cambio, la consideramos con más profundidad, yendo más allá de lo observable, la motivación tiene que ver con el *poder, la afiliación y el logro*:

²¹ Beramendi, Clelia; Castelluccio, Clara. 2001. Planeamiento, conducción y evaluación del aprendizaje. *Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires*.

- el poder apunta a satisfacer la necesidad que el ser humano tiene, en mayor o menor grado, de controlar el comportamiento de los demás;
- la afiliación, a la necesidad de formar parte de un grupo;
- el logro, a conseguir bienes materiales de otro tipo.

Cada estudiante, ante una actividad, tiene:

- una expectativa motivacional (en mayor o menor grado de intensidad),
- una expectativa acerca de conseguir lo que se propone,
- una expectativa acerca de la recompensa.

Seguramente, entre las expectativas de los estudiantes y las del profesor existen diferencias que pueden traducirse en problemas durante el proceso de enseñanza y el de aprendizaje. Por ello, previamente a la clase sobre la cual estamos reflexionando, la profesora indaga acerca de las expectativas motivacionales de los alumnos, no como un mero formulismo, sino con el propósito de considerarlas durante la experiencia a planificar y a desarrollar.

Otra cuestión esencial en la motivación de logro es el hecho de que las personas establecen "atribuciones" en función de criterios externos o internos. Es decir, algunas personas consideran que los resultados de sus actividades se deben a variables externas y, por lo tanto, no controlables (motivación extrínseca); en cambio, otras piensan que las variables son internas, que están relacionadas con su propio esfuerzo y actividad (motivación intrínseca).

Esto ha dado lugar a que se establezca una clara diferencia entre estos dos tipos de motivaciones y, como consecuencia, en su tratamiento en la situación de aprendizaje. Los estudiantes con tendencia a la motivación intrínseca tienden a realizar las tareas en función de incentivos de carácter interno; mientras que los que poseen una motivación extrínseca, lo hacen para lograr incentivos externos: materiales o sociales.

Fuertemente ligado con la motivación, la idea de una **meta** a lograr también es fundamental en la relación con el objeto de estudio a aprender.

En este sentido, se pueden distinguir:

- las metas vinculadas a la tarea o con el "yo" (motivación intrínseca) o **metas de competencia**, y
- las metas relacionadas con la valoración social o la consecución de recompensas (motivación extrínseca) o **metas de ejecución**.

Entre las primeras se cuenta la necesidad de tener la aprobación de sus profesores, compañeros, así como la obtención de recompensas una vez realizada la tarea.

Entre las segundas se pueden citar el intentar mejorar la propia competencia, o hacer algo por el propio interés y no por una obligación externa.

Ambas metas se pueden dar en diferentes momentos en el mismo estudiante, dependiendo de las circunstancias. Entonces, resulta valioso que el docente conozca el comportamiento del estudiante en cada caso, dado que las diferencias son notorias, y pueden ser importantes al momento de la realización de las actividades concretas y para el aprendizaje en general.

Para ejemplificar y considerando la situación problemática planteada en este trabajo, al inicio de la tarea:

Los estudiantes con predominio de una **meta de competencia** dirán:

- *¿Cómo hacerlo?*
- *¿Se puede hacer así...o tal vez...?*
- *Parece interesante...*
- *A ver si lo hago bien...*

Mientras que los de **meta de ejecución** manifestarán:

- *¿Podré realizarlo?*
- *Esto es un lío; es un problema muy difícil...*
- *¡Qué difícil!... No sé si va a salir.*

Ante un error, los primeros lo considerarán normal; en cambio, resultarán fracasos para los estudiantes con metas de ejecución.

También existen diferencias entre los criterios de evaluación de la propia actuación: las personas con metas de competencia tienen criterios personales y flexibles, y a largo plazo; todo lo contrario les sucede a los de meta de ejecución, que fijan criterios rígidos y a corto plazo.

¿En qué caso el rendimiento será mejor y duradero? ¿Cuando se establecen metas de competencia o metas de ejecución? Los alumnos con metas de competencia parecen tener mejores posibilidades de logros y, al mismo tiempo, verse favorecidos en ellas al ir modificando, dentro de sus posibilidades, su estilo motivacional para afrontar futuros aprendizajes con más posibilidades de éxito.

En este sentido, el docente y, específicamente, la clase planteada desde este trabajo, debe propiciar medidas que estimulen el estilo motivacional intrínseco frente al extrínseco. Para esto, el profesor puede:

- Conseguir que los alumnos perciban la finalidad y relevancia concreta de lo que tratan de aprender.
- Ayudar a mantener y a aumentar la autoestima de sus alumnos (siempre se puede estimular con una palabra, con una mirada, con un gesto...).
- Despertar la curiosidad por la tarea e incentivar el querer aprender a través de los problemas y materiales presentados (¿Será lo mismo para un estudiante si, en lugar de observar sus diseños en una pantalla de una computadora, con movimiento, en 3D o 2D, con vistas, sombras tomadas desde el ángulo que se le ocurra, se le propone trabajar con las "puntas" y la 'regla T'?).
- Proponer actividades que resulten útiles a los alumnos; es decir, que sean relevantes y funcionales. Y, fundamentalmente, propiciar que el alumno tome conciencia de ello.
- Ayudar a su grupo a relacionar el nuevo conocimiento con los conocimientos previos.
- Ajustar el ritmo de la clase. En algunos casos, la vertiginosa sucesión de problemas, de tareas o de contenidos se transforma en una traba; no todos los alumnos pueden seguir el ritmo del/la docente, lo que los lleva a la pérdida de motivación.
- Integrar la realidad de lo que el estudiante vive en el contexto externo y lo que le pasa en el contexto interno de la institución académica.
- Mantener una actitud constructiva. El alumno debe percibir, en todo momen-

to, que el/la docente está interesado/a por la tarea y que es un integrante más del equipo, siempre en una relación complementaria.

4. Estrategias de promoción de la problematización

Una estrategia fundamental para una clase centrada en la resolución de problemas resulta **la pregunta** que hace el/la docente.

Una pregunta es un dispositivo que permite:

- **Recuperar un conocimiento previo.** Se trata de vincular un conocimiento nuevo a uno anterior (esto sucede, por ejemplo, cuando la profesora pregunta a los alumnos: "¿A qué se parece la forma de la estructura de la Torre Eiffel?" O, "¿A qué esfuerzo trabajan los elementos estructurales?". O propone que asocien una estructura dada con otras estructuras similares.)
- **Acompañar el proceso cognitivo.** El/la docente puede entregar a los alumnos guías con preguntas que los ayuden a sistematizar un proceso de análisis.
- **Centrar la atención.** Aquí, el/la docente apunta, con su interrogante, a los aspectos salientes del problema.
- **Promover el seguimiento cognitivo.** El/la docente trata de ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre el estado de sus propios procesos de comprensión y de pensamiento ("¿Qué aprendiste, entonces?").

Actividad 12 **Sus estrategias didácticas**

Le proponemos puntualizar sus estrategias docentes, retomando la planificación didáctica de la clase que ha diseñado.

La concepción de conocimiento que subyace a estas prácticas pedagógicas

Con el fin de hacer un análisis reflexivo acerca de la concepción del conocimiento que subyace a las prácticas pedagógicas que estamos analizando, resulta conveniente apelar a la categorización del **conocimiento** como:

- exterioridad y como
- interiorización.

Veamos...

El conocimiento es una construcción histórica y social. El conocimiento escolar es construido a través de mediaciones institucionales, y apropiado y significado en una relación social. El contenido no es independiente de la forma en que se presenta ni de la relación que se establece entre el sujeto y el conocimiento²²; esta última puede ser una relación de “exterioridad” o una relación de “interioridad”:

- Cuando el conocimiento es concebido como **externo**, aparece ante el sujeto como problemático²³ e inaccesible; la persona que aprende puede “contemplarlo” pero no apropiarlo, operar sobre él ni modificarlo. De este modo, sólo accede al conocimiento a través de una aprehensión sensorial.
- En cambio, cuando se concibe al conocimiento como **interiorizable e interiorizado**, se está sosteniendo que el sujeto lo hace suyo, opera con él, lo integra a sus conductas, lo hace formar parte de su repertorio de comprensión del mundo; el conocimiento es propio –lo ha apropiado– y le sirve para transformar su comprensión de la realidad.

Durante el desarrollo de las consignas “Análisis de estructuras” y “Se construye una nueva pasarela...” se concibe al conocimiento como interiorización y no como un paquete de información ajeno al alumno. Es el estudiante “quien construye el conocimiento y nadie puede sustituirlo en esa tarea”²⁴.

Si bien el conocimiento escolar –tal como lo expresan Edwards y Mercer– es, en gran medida, un conocimiento preexistente a su enseñanza y aprendizaje, los alumnos son los que construyen y reconstruyen los objetos del conocimiento, ya se trate de contenidos conceptuales, procedimentales y/o actitudinales.

Esta construcción hace que el rol del/ la docente deba ser, no sólo el de creador/a de las condiciones óptimas para que el alumno pueda desplegar una actividad mental constructiva sino, además, el de orientador de las actividades presentadas, cuyo propósito principal es que el alumno se acerque en forma progresiva a un conocimiento explicativo y potente –en nuestro caso, sobre las estructuras de los edificios, en cuanto a tipos, función de cada una y dimensionamiento de estructuras simples, como así a procedimientos y actitudes frente al trabajo–.

²² Edwards, V.; Mercer, N. 1988. El conocimiento compartido. Paidós. Barcelona.

²³ Se entiende que “problemático” no es equivalente a “problematizado”; con “problemático” aludimos a aquel conocimiento del que podemos decir que no hay posibilidad de apropiación. En cambio, cuando hablamos de “problematizado” aludimos a la posibilidad que tiene un contenido para abrir interrogantes.

²⁴ González, Elsa. 2001. Módulos de Psicología del Desarrollo y Educacional. Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires.

Esta condición de ya definidos y aceptados en el ámbito social no implica desconocer que los saberes escolares son elaboraciones y aceptaciones relativas, sujetas a un proceso de cambios y de revisión constante. El conocimiento no es estático ni presenta una verdad absoluta –de manera especial cuando se trata, como en las experiencias que nos ocupan, de un conocimiento tecnológico–.

Si analizamos toda la propuesta, podemos observar que la concepción que subyace es la de un conocimiento dinámico, dirigido a un alumno al que no se concibe como mero receptor de la información sino como verdadero constructor de su propio conocimiento. Desde la presentación de la clase –en la que se explica a los alumnos que se abordará un contenido conceptual objeto de análisis tanto en el nivel medio técnico como en el nivel universitario, pero con diferente grado de amplitud y profundidad en uno y en otro– ya se está concibiendo al conocimiento como una construcción gradual respecto de la cual la persona que aprende puede indagar aún más de lo que sabe y, seguramente, encontrar siempre algún aspecto nuevo para seguir profundizando.

Según Piaget, conocer es actuar sobre la realidad circundante. El sujeto conoce en la medida que puede modificar la realidad a través de sus acciones –que no necesariamente están conformadas por movimientos externos y visibles–. El conocimiento para Piaget no es una copia de la realidad ni se encuentra totalmente determinado por las restricciones que impone la mente del individuo, sino que es producto de la interacción entre esos dos elementos. De allí que el alumno construye su conocimiento a medida que interactúa con la realidad.

Retomando las experiencias respecto de las estructuras, es probable que, después de las clases, los estudiantes hayan ajustado algunos conocimientos que tenían sobre determinadas cuestiones: concepto de estructura, tipos y materiales de las estructuras, funcionamiento, formas de dimensionamiento, etc. Pero, ¿todo se habrá comprendido? Los alumnos habrán comprendido sólo aquello que tiene algo de relación con lo que ya sabían del tema.

En el juego de equilibrios, desequilibrios y conflictos que implica la construcción de un aprendizaje tiene lugar el **error**.

Para la teoría constructivista, la presencia de errores es interpretada como indicador de una actividad organizadora ciertamente insuficiente pero esencial para progresar. La equivocación es un indicio de que el alumno no incorpora pasivamente las informaciones sino que las integra a lo que ya sabe, aún cuando este conocimiento inicial deba ser ajustado.

El error necesita ser corregido por el propio sujeto, aún cuando puede ser advertido de él por otro miembro de su equipo de trabajo (en la acción pedagógica se da cuando la docente, ante una equivocación, plantea: "¿Estás seguro?", "¿Por qué no observas bien?"). Un error corregido por el propio alumno resulta productivo, en tanto propicia una comparación entre una hipótesis falsa y sus consecuencias, para la construcción de nuevas ideas.

Actividad 13 **El aprendizaje de los alumnos**

¿Cómo caracterizaría usted el proceso de construcción del conocimiento llevado a cabo por sus alumnos, en el marco de la asignatura que coordina?

Los criterios para la evaluación del aprendizaje de los alumnos

Durante el trabajo con las consignas “Análisis de estructuras” y “Se construye una nueva pasarela...” se desarrolla una evaluación de proceso continua respecto del aprendizaje de los alumnos, la que es completada por una evaluación sumativa al final de la unidad.

Este proceso de evaluación intenta configurarse en torno a las características de:

- **Coherencia.** Establece vinculación entre los aprendizajes de los alumnos, los objetivos, los contenidos y las actividades.
- **Contextualización.** Plantea actividades de evaluación significativas para los estudiantes con respecto a la asignatura, a las capacidades a desarrollar y a la práctica profesional futura.
- **Diversificación.** Evalúa diferentes las capacidades y contenidos.
- **Colaboración.** Considera los comentarios de los estudiantes.

En lo que respecta a los instrumentos de evaluación, se diseñan en función de los contenidos de aprendizaje a evaluar. Son diferentes según se trate de evaluar contenidos conceptuales –por ejemplo, a través de pruebas escritas de desarrollo no estructuradas–, procedimentales –mediante instrumentos basados en la observación de ejecuciones– o actitudinales –por observación sistematizada de conductas–.

Dado que se utiliza como estrategia didáctica la enseñanza y el aprendizaje basados en la resolución de problemas, la **evaluación de proceso** se hace a través del planteo y resolución de un problema del mismo grado de complejidad que los desarrollados durante las clases. La defensa en forma grupal de la solución encontrada y del proceso desarrollado, constituye la **evaluación final**.

En la clase que nos ocupa, considerando que las capacidades a construir por los alumnos convergen en el **diseño y cálculo de las estructuras para un programa de necesidades determinado**, los criterios de evaluación del aprendizaje son:

- Las consignas han sido comprendidas.
- La información buscada ha sido jerarquizada.
- Las soluciones planteadas han sido discutidas.
- Los croquis presentados son fácilmente comprensibles; responden a las consignas dadas.
- El diseño de la estructura cumple con las normas vigentes, en cuanto a dimensiones máximas, y es funcional y económico.
- Cumple con todos los pasos establecidos en el procedimiento de cálculo.
- El cálculo para el dimensionamiento es correcto.
- La presentación se ha hecho según las consignas dadas.
- Muestra un compromiso responsable frente a la actividad solicitada.
- Participa en el equipo de trabajo.
- Los conocimientos adquiridos se transfieren a situaciones similares.

Actividad 14 ***Criterios de evaluación***

¿Cuáles son los criterios de evaluación que usted considera para la clase que ha planificado?

Al término de la unidad didáctica, los estudiantes, en forma grupal, elaboran un **informe sobre el proceso de trabajo**. Este informe persigue la finalidad de que sean los mismos alumnos los que encaren el monitoreo de su propio trabajo, documenten las tareas llevadas adelante y las sometan a un análisis crítico.

El informe tiene como ejes:

- ¿Qué hicimos? ¿Qué hice yo?
- ¿Qué aprendí?
- ¿Qué nos salió bien? ¿Qué nos salió mal?
- ¿Qué quedó pendiente?
- ¿Cuáles fueron los inconvenientes? ¿Los resolvimos? ¿Cómo? ¿No los resolvimos? ¿Por qué?
- ¿Qué información nos faltó? ¿Qué datos nos resultaron complicados de encontrar?
- ¿Qué material bibliográfico nos facilitó la tarea?
- ¿Qué podemos mejorar en nuestro trabajo? ¿Cómo podemos hacerlo?

En los distintos momentos de la tarea se utilizan cuestionarios breves ajustados a los propósitos de:

- Analizar la situación de partida: ¿Cuál es el objetivo de este trabajo grupal? ¿Cuál fue la contribución de cada uno de nosotros?
- Analizar la planificación y la toma de decisiones: ¿Cómo planificamos el trabajo? ¿Cómo organizamos las tareas? ¿Cómo organizamos el tiempo?
- Analizar la ejecución: ¿Qué hicimos durante el trabajo grupal? ¿Cuál fue mi aporte? ¿Qué aprendí del aporte de cada uno de mis compañeros?
- Analizar el resultado: ¿Resultó provechoso el trabajo en grupo? ¿Qué aspectos se pueden destacar como positivos? ¿Cuáles fueron los puntos débiles? ¿Qué dificultades tuvimos? ¿Qué aprendí?

Periódicamente, el alumno completa un cuestionario cuyo objetivo es el de conocer su opinión acerca de los diferentes aspectos del proceso de enseñanza, para contribuir el mejoramiento de las propuestas en forma continua.

El diseño de este **cuestionario de opinión** incluye cuatro ítem referidos a:

- expectativas,
- logro de objetivos,
- contenidos y
- aspectos de conducción del proceso didáctico.

Consideremos, por ejemplo, los resultados del cuestionario suministrado al término del trabajo "Losas continuas armadas en una sola dirección":

CUESTIONARIO DE OPINIÓN**CLASE: LOSAS CONTINUAS ARMADAS EN UNA SOLA DIRECCIÓN****a. Expectativas puestas en la tarea**

Satisfacción de tus expectativas		
Total %	Parcial %	No se cumplió %
92	8	0

La opinión es completada por comentarios adicionales:

- Aprender algo diferente, visto de otra forma.
- Trabajar en un proyecto para que sea más acorde con la realidad (concreto).
- Muy buena.
- Llevarme la mayor calidad de conocimientos sobre las estructuras. Se cumplió en forma total.
- Fue buena, ya que me sirvió de mucho y me lo había imaginado previamente

b. Logro de objetivos

El 100% de los alumnos coincide en que el nivel de logro de los objetivos ha sido satisfactorio y muy satisfactorio.

- El 67% considera que los objetivos "Interpretar consignas de trabajo y plasmarlas en un proyecto..." y "Usar tablas específicas para el dimensionamiento de losas continuas de hormigón armado" se han logrado en forma muy satisfactoria y el 33% que lo fue en forma satisfactoria.
- En cuanto al objetivo "Elaborar propuestas de diseño de estructuras, de acuerdo con consignas dadas...", el 50% de las opiniones coincide en que se ha cumplido de manera muy satisfactoria y el otro 50% dice que fue de cumplimiento satisfactorio.
- Con respecto al objetivo "Aplicar normas y fórmulas para el dimensionamiento de losas continuas de hormigón armado", el 58% considera que el objetivo se logró muy satisfactoriamente y el 42 % en forma satisfactoria.

c. Contenidos de la consigna

¿En qué medida los contenidos de la clase...?	Insatisfactoria %	Satisfactoria %	Muy satisfactoria %
Te ayudaron al logro de los objetivos planificados.	-----	30	70
Te aportaron conocimientos y habilidades que puedas poner en práctica en tu futuro laboral.	-----	50	50
Te permitieron adquirir capacidades o habilidades nuevas.	-----	42	58

d. Aspectos de conducción de la tarea

El 100% de los alumnos considera que la conducción de la clase fue muy satisfactoria y satisfactoria (el 92% coincide en que fue muy satisfactoria y al 8% le resultó satisfactoria).

En cuanto a los conocimientos de la docente, el 92% considera que fueron muy satisfactorios y el 8% que resultaron satisfactorios.

El 100% de los alumnos considera que el apoyo bibliográfico y el material usado en clase fueron muy satisfactorios.

El 92% plantea que la infraestructura (aula, equipos) les resultó muy satisfactoria y el 8% manifiesta que ha sido satisfactoria.

La asignatura entendida como campo de problemas

A lo largo de esta segunda unidad de **Procesos de enseñanza y de aprendizaje en construcción de edificios, basados en problemas** hemos considerado:

- los procesos de interacción,
- las estrategias de enseñanza para la resolución de problemas,
- la concepción de conocimiento que subyace a estas prácticas pedagógicas,
- los criterios para la evaluación del aprendizaje de los alumnos.

En el marco abarcado por estas cuestiones, cada asignatura es concebida como un campo conceptual:

En la clase que tomamos como punto de partida se plantea una situación-problema que surge de una necesidad real de la comunidad escolar; esto sucede al comienzo del año, y todo el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las asignaturas de cálculo tiene como eje el problema planteado aún cuando, en la búsqueda de las diferentes alternativas de solución, se plantean nuevas situaciones problemáticas derivadas de la inicial.

El desafío de resolver el problema pone a los alumnos, al comienzo, ante una situación confusa, no estructurada que proporciona experiencias genuinas que fomentan el aprendizaje activo, respaldan la construcción del conocimiento e integran el aprendizaje a la vida real, al tiempo que permite la integración de distintas disciplinas entre sí.

La situación problemática, como centro de la organización del curriculum atrae y sostiene fuertemente el interés de los estudiantes en virtud de la necesidad de resolverla, lo que hace que la analicen desde diferentes perspectivas. Así, se producen discusiones (por ejemplo, sobre los materiales –tipos de madera: blanda, dura, semi blanda–, formas de perfiles de hierro –L,T.U–, formas de reticulado para las pantallas protectoras, procedimiento de cálculo, hipótesis de carga, etc.) que favorecen el alcance de niveles de comprensión superiores.

Campo conceptual

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. El campo conceptual está definido primero por su contenido. ¿Cómo determinar su extensión? En primer lugar, definiendo el conjunto de situaciones-problema que dan sentido a estos contenidos. (Riccó, Graciela. 1988. *La apropiación del conocimiento en situaciones didácticas*. Universidad Nacional de Rosario-CONICET. Rosario).

Si bien al principio se puede producir una cierta confusión, a medida que se avanza en la indagación, en la búsqueda, en la selección de la información... el panorama se va aclarando.

Los alumnos recurren a sus conocimientos previos (elementos estructurales de un puente, concepto de dimensionamiento y verificación, concepto de flecha, concepto de carga, concepto de funcionamiento de cada elemento estructural, etc.). En el proceso de indagación, algunos toman un camino equivocado; pero, este error es entendido como momento reestructurante de la experiencia: también forma parte del aprendizaje conocer lo que no sirve; otros jóvenes, aferrados a sus explicaciones y desacostumbrados de la práctica de revisar su pensamiento y sus ejecuciones, pueden no considerar las consignas y hasta enojarse; pero, aquí aparece de nuevo la figura del/ la docente, como orientador/a y guía de lo que se quiere lograr.

**3. CONCLUSIONES.
SE TRANSFIERE ALGO, DE ALGÚN
MODO, HACIA ALGÚN LUGAR**

Transferencia

La capacidad de adquirir conocimientos, habilidades, destrezas y estrategias de pensamiento en un contexto para, luego, ponerlos en funcionamiento en otro. (Tishman, Shari; Perkins, David; Jay, Eileen. 1991. *Un aula para pensar. Aprender y enseñar en una cultura de pensamiento*. Aique. Buenos Aires)

Actividad 15

Transferir algo, de algún modo, hacia algún lugar

¿Por qué le parece que hemos elegido este título para la tercera parte de nuestra publicación?

Para dar respuesta a este interrogante, comencemos por considerar el significado de **transferencia**.

Ponemos en práctica estas conexiones a las que hace referencia la idea de transferencia, en forma permanente, en la vida cotidiana y en la actividad profesional. Así, el niño aprende a andar en triciclo; luego, conduce una pequeña bicicleta con ruedas; después, retira las rueditas y maneja su vehículo sin necesidad de ellas; y, cuando es más grande, pasa a una bicicleta de carrera. Transfiere las habilidades adquiridas para conducir un triciclo a las necesarias para la conducción de una bicicleta con rueditas, de una sin rueditas y, luego, de una de carrera.

De modo análogo, un diseñador y calculista de estructuras –como el que aparecía en las consignas de trabajo de los alumnos que nos proveyeron testimonios– que tiene la capacidad de diseñar y dimensionar los diferentes elementos estructurales usando determinadas normas, transfiere la capacidad que ya posee al logro de nuevas, cuando los cambios que impone el avance de la tecnología así lo requieren.

Por ejemplo, para representar el diseño de la estructura de una vivienda, un profesional de la construcción seguramente ha adquirido la capacidad de hacerlo mediante un croquis; luego, a través del uso de elementos tradicionales de dibujo técnico (tablero, regla T, paralelas, puntas, etc.); y, años más tarde, usando programas informáticos (Autocad®, 3D Studio®, etc.). Es probable que este profesional se sorprenda al descubrir que conectó los conocimientos, las estrategias y algunas técnicas que ya poseía, para la adquisición de las nuevas capacidades.

En el caso del cálculo –por ejemplo, de estructuras de hormigón armado–, el avance de la tecnología ha provocado un cambio sustancial en el método del dimensionamiento de los diferentes elementos estructurales. Para responder a esta situación, el calculista, debió hacer una transferencia de los conocimientos y estrategias de cálculo que poseía. Algo análogo sucede si, en lugar de hormigón armado, su práctica profesional le requiere cambiar de material y referir sus cálculos a, por ejemplo, estructuras metálicas y/o de madera.

En cada uno de estos casos, ha operado un proceso de transferencia:

La transferencia tiene lugar cada vez que transportamos conocimiento, habilidades, estrategias o predisposiciones de un contexto a otro; se da siempre que relacionamos un área de conocimiento con otra, para ayudarnos a entender o a ganar poder o influencia sobre un problema. Sin transferencia, el aprendizaje humano no tendría la capacidad que tiene para configurar y dar poder a nuestras vidas²⁵.

²⁵ Tishman, Shari; Perkins, David; Jay, Eileen. 1991. *Op. Cit.*

Como usted puede advertir, la transferencia es fundamental en el proceso de aprendizaje. En este sentido, le cabe al docente un importante rol durante el proceso de enseñanza: orientar a los alumnos a aprender a conectar lo que ya saben con lo que están aprendiendo –como hemos analizado en la segunda parte de este material– y con el futuro aprendizaje –como plantearemos aquí–.

Es posible reconocer procesos de **transferencia cercana** y de **transferencia remota**. Si bien entre ellos no existe una línea demarcatoria exacta, podemos diferenciarlos:

- la transferencia cercana implica conectar lo que se ha aprendido a un contexto similar al del aprendizaje;
- la transferencia remota consiste en relacionar contextos distantes entre sí.

En el caso del diseñador y calculista de estructuras, la transferencia se hace en un contexto similar. En cambio, cuando se trata de problemas tecnológicos, éstos suelen requerir conocimientos que provienen de la misma tecnología pero también de otros contextos disciplinares como la matemática, la física, la química, las ciencias sociales... Si planteamos a un grupo de alumnos el diseño de un sistema de apertura con cierre retardado para la puerta de un garaje comunitario, de forma que mediante una señal de entrada (pulsador) se inicie la maniobra, los estudiantes tendrán que transferir conocimientos de la neumática (captadores de posición y temporizadores) a la situación-problema planteada. Del mismo modo, si es necesario que los estudiantes diseñen un sistema que permita determinar quién es el ganador en una competencia de natación en la que participan solamente dos nadadores, será necesario que transfieran conocimientos sobre circuitos eléctricos aprendidos en física.

Enseñar a transferir constituye un aspecto fundamental en los procesos de enseñanza y de aprendizaje basados en la resolución de problemas. Pero, ¿qué implica enseñar a transferir?

Los especialistas en educación Robin Fogarty, David Perkins y John Barell²⁶ desarrollan la temática de la transferencia desagregándola en:

- los "algo",
- los "de algún modo" y
- los "hacia algún lugar".

De acuerdo con los autores, el/la docente al planificar su clase procura tener en claro tres aspectos:

COMPONENTES DE LA TRANSFERENCIA	
El algo	Tiene que ver con qué transferir : conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
El de algún modo	Tiene que ver con cómo hacerlo , con el tipo de actividades que el docente propone al alumno –buscar analogías dentro de la misma materia (transferencia cercana), con otras disciplinas, con hechos de la realidad, con productos artísticos (transferencia remota)–.
El hacia algún lugar	Tiene que ver con hacia dónde hacerlo , con el transferir conocimientos hacia alguno de tres destinos distintos –a la misma disciplina, a otras disciplinas, a la vida extraescolar–.

²⁶ Barell, John; Fogarty, Robin; Perkins, David. 1992. How to teach for transfer. IRI. Skylight Publishing, Inc. Illinois.

Para conducir procesos efectivos de transferencia desde la práctica cotidiana del aula, resulta necesario que los docentes:

1. Proporcionemos modelos de cómo hacerlo.
2. Expliquemos la necesidad de transferir, ayudando a buscar conexiones y explicaciones.
3. Fomentemos la interacción docente-alumnos y alumnos-alumnos.
4. Realicemos revisiones periódicas que permitan a nuestros alumnos informar sobre los resultados obtenidos, así como estimular los logros alcanzados.

Algo para transferir

Para especificar **qué transferimos**, nos parece interesante introducir el concepto de **caja negra** utilizado por los físicos.

Caja negra

Representación de una parte del mundo que se acepta en su globalidad, sin considerar útil examinar los mecanismos de su funcionamiento. (Fourez, Gérard. 1997. *Alfabetización científica y tecnológica*. Colihue. Buenos Aires).

A partir del significado de caja negra que expresa Fourez, cabe preguntarnos qué tanto es caja negra el **qué** debemos transferir en el proceso de enseñanza.

Saber cuándo y cómo es interesante abrir o no la caja negra –o sea, profundizar ciertas nociones en el contexto teórico o práctico desencadenado por una situación problemática– debe ser una decisión del/la docente. En este caso, tal vez la pregunta que corresponde hacernos es cuánto es necesario saber de tal o cual tema para ser utilizado en un contexto –ya sea que esté relacionado con la vida cotidiana o con otras disciplinas–.

Y, aquí aparece otra cuestión que tiene que ver con el buen uso de las cajas negras.

¿Qué hace falta que nuestros alumnos conozcan de una teoría, de un modelo, para que logren un uso inteligente de ese conocimiento en ciertas situaciones? ¿Qué nivel de conocimiento de determinada tecnología, de la matemática, de la física, de la química, de las ciencias sociales... necesitan tener para poder resolver situaciones problemáticas reales que requieran la transferencia de esos conocimientos?

Parece ser de decisiva importancia saber cuándo dejar cerrada una caja negra o cuándo, por el contrario, resulta interesante abrirla y hasta dónde.

Actividad 16 **Cajas negras**

Le proponemos que considere esta situación:

- Una empresa que fabrica paneles solares decide posicionar a su producto en el mercado interno, de manera óptima. Para ello, los expertos en marketing consideran que es necesario diseñar un folleto –destinado a los usuarios– que facilite a sus vendedores situarse mejor frente al cliente. Entonces, la empresa recurre a su escuela para que le diseñe el folleto.

Si usted fuera el/la docente encargado/a de coordinar a un grupo de alumnos en la realización de esta actividad, ¿qué cajas negras abriría?

Le solicitamos que realice un listado de ellas.

Actividad 17 **Cajas negras en las estructuras**

- En la consigna "Se construye una nueva pasarela...", ¿qué cajas negras optó por no abrir la profesora?
- Y, en su planificación de clase, ¿cuáles permanecerán cerradas? ¿Por qué decide hacerlo?

Los profesores entendemos que –si bien nuestra actividad educativa es de carácter disciplinar– no existen problemas concretos que puedan ser abordados de manera pertinente por una sola disciplina. Todo profesional es consciente de que, en la actualidad, resulta imprescindible trabajar a través de la creación de modelos multidisciplinarios adecuados para cada caso en cuestión. Son los **islotos interdisciplinarios de racionalidad** de los que habla Gérard Fourez.

Llegado a este punto de análisis, cabe preguntarnos, ¿cómo se arma el juego de lo multidisciplinario en torno a un proyecto?

De algún modo

Trabajar con situaciones problemáticas es un modo de aproximación a lo interdisciplinario. Entonces –no es sorprendente que lo hagamos casi llegando al final de esta publicación– debemos plantearnos ¿qué entendemos por aprender a través de situaciones problemáticas?

Cuando hablamos de situaciones problemáticas nos estamos refiriendo a problemas no estructurados. Esta forma de aprendizaje coloca a los estudiantes frente a una situación confusa, no armada, les permite identificar el problema real y aprender mediante la búsqueda de información, de datos, de alternativas, de discusión de posibles soluciones, para encontrar aquella que resulte viable.

Stephen Krulik y Jesse Rudnick²⁷ presentan la siguiente definición de problema:

Un **problema** es una situación, cuantitativa o no, que pide una solución para lo cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla.

La resolución de problemas implica el abordaje de situaciones que forman parte del mundo real.

²⁷ *Especialistas en resolución de problemas de la Universidad de Philadelphia.*

¿Por qué elegimos esta estrategia?

Con el fin de dar respuesta a esta pregunta presentamos algunas de las características del aprendizaje y de la enseñanza basados en problemas que justifican nuestra elección.

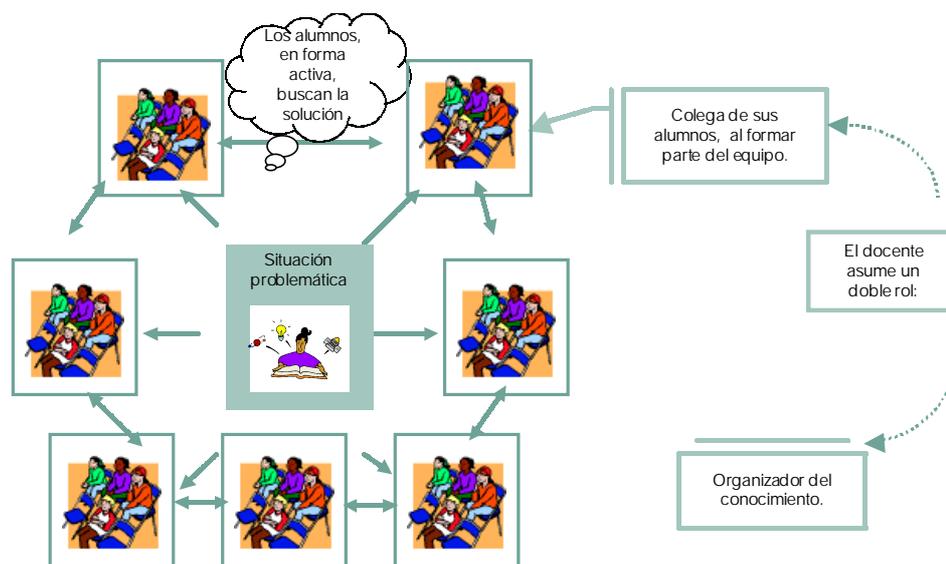
Desde la perspectiva del estudiante:

- El alumno se hace responsable de una situación problemática real y, tal como sucede en el mundo cotidiano, está obligado a resolverla desde diferentes ópticas, analizando distintas posibilidades de solución. Por ello, el aprendizaje basado en problemas constituye una estrategia sumamente enriquecedora.
- Si tenemos en cuenta que el rol del/la docente consiste en incentivar el pensamiento crítico y guiar al estudiante en el proceso de indagación –transformándose, en muchos casos, en colegas de sus propios alumnos como sucedió en el grupo que nos proveyó testimonios–, la resolución de problemas favorece los procesos de discusión, análisis y síntesis.
- El trabajo interdisciplinario que requiere el planteo y la resolución de problemas necesita de la conformación de equipos de trabajo con diferentes roles, contribuyendo de este modo al logro de capacidades tales como:
 - capacidades socio-comunicacionales,
 - capacidad de flexibilidad (aceptación de soluciones aunque no sean las planteadas por él y colaboración en su adopción),
 - capacidad de iniciativa (aporte de nuevas ideas al grupo).

Desde la perspectiva del docente:

- Permite la organización del currículum alrededor de problemas holísticos²⁸ que generan aprendizajes significativos e integrados.
- Posibilita un rol diferente; en la constitución del equipo de trabajo resulta conveniente, en algunos momentos, la incorporación de un docente como un integrante más.

En el siguiente esquema intentamos plantear la relación docente-alumno y alumno-alumno que se establecen al abordar problemas.



²⁸ Se plantean situaciones problemáticas contextualizadas; se parte del todo para analizar, luego, sus diferentes partes; se presentan ejemplos, gráficos, conceptos; se utiliza un camino no lineal de resolución.

El trabajo didáctico con situaciones problemáticas no debe confundirse con el trabajo con proyectos tecnológicos, aunque entre una y otra metodología se registren muchos procedimientos en común.

Veamos...

La resolución de problemas no es una estrategia de exclusividad de la enseñanza de la tecnología; en la actualidad, la tendencia en la enseñanza de la matemática, de la física, de la química, de la historia, etc. está orientada también por el uso de esta estrategia.

Por ejemplo, a partir de una situación problemática se puede requerir a los alumnos la construcción de una pequeña estructura para un determinado fin. Su resolución involucra los pasos que se siguen para resolver cualquier problema; pero, no por ello esta tarea se convierte en un "proyecto tecnológico".

Un aspecto que cobra sumamente importancia en la estrategia de la resolución de problemas lo constituye su diseño, que debe buscar el equilibrio entre las necesidades e intereses de los alumnos y lo que prescribe el curriculum, siempre en el ámbito concreto de aprendizaje.

¿Qué debemos considerar al diseñar una situación problemática?

- Plantear situaciones problemáticas contextualizadas en el mundo real y que surjan como resultado de una necesidad. Para ello tenemos que:
- definir los propósitos y los objetivos de aprendizaje,
- identificar conceptos significativos,
- tener en cuenta las características, intereses y necesidades de los estudiantes,
- interrelacionar con otros espacios curriculares, módulos y/o asignaturas del mismo año y de años anteriores y posteriores,
- Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución con el fin de evitar el puro ensayo y error.
- Definir el rol de cada uno de los integrantes del equipo de trabajo (el de los alumnos, de modo que se sientan comprometidos con la situación problemática elegida, y el del mismo docente).
- Diseñar y elaborar el material didáctico que apoye el aprendizaje de los alumnos.

En cuanto a la implementación, pueden resultar útiles las siguientes consideraciones:

- La situación problemática que se plantea no es estructurada; esto significa, que es confusa, con una información por lo general escasa, tal como se presenta en la realidad, con datos que no se conocen y que se deben buscar. A medida que se avanza en la indagación, en la selección y en la organización de la información, es posible que el panorama se aclare. Seguramente, los alumnos se encontrarán con datos divergentes, con opiniones disímiles y conflictivas, con soluciones diferentes y aquí la estrategia ofrece una excelente oportunidad de **toma de decisión**. El estudiante tiene que elegir la solución que considere óptima.
- Los estudiantes deben **identificar sus conocimientos previos** y, a medida que transcurre la indagación, precisar lo que deben saber para resolver el problema. Aparece, de este modo, otro punto fuerte del planteo de situaciones problemáticas no estructuradas: si el alumno conoce todos los datos de entrada, toda la información, no tiene ninguna necesidad de ir más allá y la resolución del problema se transforma en un ejercicio rutinario.

- Tal vez el alumno tome un **camino equivocado**; pero, cometer este error le da experiencia. También constituye un aprendizaje para él, conocer lo que no sirve; esto, lejos de ser negativo, puede transformarse en la mejor manera de sacar a la luz y tratar sus ideas, que deberán ser falseadas con los resultados obtenidos. Si bien el docente planifica estrategias de resolución, esto no significa imponer un proceso rígido de trabajo a los estudiantes.
- En el camino de la resolución se puede **reformular el problema**. La búsqueda de la información a veces se transforma en una aventura. El docente, como orientador, guía esta indagación, la formulación clara de la cuestión central y las condiciones que deben ser satisfechas para el logro de la solución óptima. Al respecto, Jansweijer²⁹ expresa "Cuando la tarea es un verdadero problema, las dificultades y las revisiones son inevitables".
- Seguramente la solución encontrada no es única. Ahora, ¿cuál es la más conveniente? La **contrastación** de las diferentes soluciones frente a la cuestión central planteada en el problema y a las condiciones identificadas, permite definir la/s solución/es adecuada/s. El análisis de la/s solución/es encontradas conforma un aspecto fundamental en el abordaje de una situación problemática.
- Otra parte importante de la implementación está dada por la **presentación de la solución hallada**, la que puede apoyarse mediante mapas conceptuales, cuadros, gráficos, vídeos, páginas Web, etc.

El aprendizaje basado en problemas favorece:

- la motivación,
- el aprendizaje significativo en un contexto real,
- el trabajo integrado e interdisciplinario,
- el pensamiento crítico,
- la organización del aprendizaje,
- la socialización entre los estudiantes y con su docente.

Como síntesis de lo expresado anteriormente acerca del aprendizaje basado en problemas presentamos el siguiente esquema:

Tipo de aprendizaje	Caracterización del problema	Presentación de la información	Eje cognitivo	Rol del docente	Rol de los alumnos
Aprendizaje basado en problemas.	No estructurado. Presentado como una situación del mundo real, compleja y confusa.	Se presenta escasa información. La mayor parte es buscada por los alumnos, tal como sucede en la realidad.	Integración de diferentes conocimientos con el fin de dar solución al problema planteado.	Rol dual: como parte integrante del equipo en la investigación y como organizador cognitivo: presenta la situación problemática, orienta, facilita el aprendizaje y evalúa el aprendizaje.	Tienen un rol activo, se involucran en el problema, buscan y jerarquizan la información, analizan diferentes condiciones y soluciones, toman decisiones, interactúan con sus compañeros, con su docente y, en algunas situaciones, con otros docentes y con personas de la comunidad local.

²⁹ Físico del Instituto Nacional de Física Nuclear de Amsterdam, Holanda.

Hacia algún lugar

Supongamos que en el listado de cajas negras que usted elaboró en la actividad referida al diseño del folleto publicitario sobre los paneles solares, incluyó el concepto de “la oferta y la demanda”.

Le presentamos aquí, a modo de ejemplo ilustrativo, una forma de llevar a cabo el “de algún modo”, sus actividades y posibles recursos.

De algún modo (cómo)	Actividades	Recursos
Discusión acerca de lo que el alumno entiende por “economía de mercado” (indagar en sus conocimientos previos).	<p>Se forman grupos de alumnos (como máximo cuatro alumnos por grupo).</p> <p>Se reparte a cada grupo un texto extraído de un suplemento económico de un periódico, en el que aparece el concepto “economía de mercado”, pero no su definición.</p> <p>Se les solicita la siguiente tarea:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lectura del artículo en forma grupal. - Discusión del significado del concepto “economía de mercado”. - Puesta en común de las conclusiones de cada grupo. 	Suplemento de economía (Clarín y La Nación).
Identificación de situaciones problemáticas referidas a las leyes de oferta y demanda.	<p>Continuando con la tarea grupal, se le solicita a cada grupo identificar por lo menos dos situaciones problemáticas relacionadas con las leyes de la oferta y la demanda.</p> <p>Presentación en el plenario a través de un “mapa conceptual” o de cualquier esquema de síntesis.</p>	Búsqueda de información a través de los suplementos de economía de los periódicos.

Hasta dónde abrir la caja negra “Análisis del concepto de la oferta y de la demanda” es una decisión que debe hacer el/la docente, en función del contexto y del proyecto específico.

Los conocimientos adquiridos van a ser transferidos a la enseñanza de otros conceptos correspondientes a otra disciplina (transferencia remota).

En el siguiente cuadro mostramos una propuesta de transferencia a la enseñanza del concepto de “Función” llevada a cabo desde la matemática.

TRANSFERENCIA HACIA LA MATEMÁTICA		
Hacia algún lugar (disciplinar, interdisciplinar, comunitario)	Actividades	Recursos
Indagación acerca de los diferentes modelos matemáticos de oferta y demanda.	<p>Búsqueda y jerarquización de la información y presentación a todos los grupos.</p> <p>Aquí, el/la docente se incorpora como un/a colega más de sus alumnos.</p>	Internet (La búsqueda es orientada por el/la docente, quien indica algunas pistas; por ejemplo, determinado buscador).

<p>Selección de un problema no estructurado, relacionado con la oferta y la demanda.</p> <p>Búsqueda y reunión de información.</p> <p>Análisis de la información.</p>	<p>El/La docente presenta un problema no estructurado relacionado con la oferta y la demanda.</p> <p>El grupo busca toda la información que le hace falta y jerarquiza la información encontrada. Internet para la búsqueda de datos.</p>	<p>Internet para la búsqueda de datos.</p>
<p>Análisis, síntesis y evaluación, con el fin de alcanzar una comprensión del todo y formular una solución viable, de entre las varias alternativas postuladas.</p>	<p>El grupo plantea la situación problemática, busca la solución óptima, utilizando los recursos asociados (fórmulas, procesos matemáticos y representaciones gráficas).</p>	<p>Software interactivos "Mixmat", "Matematik 2000", "Expert en fonctions", "Reussir en maths", Archimede³⁰, "Derive" o "Mathcad".</p>
<p>Exposición del problema y de la solución encontrada.</p>	<p>Cada equipo, a través de un vocero elegido por el grupo, presenta al resto la solución hallada, utilizando esquemas conceptuales, gráficos, fórmulas matemáticas, representaciones en coordenadas cartesianas, etc.</p>	<p>Utilitarios: Word, Excel, Power Point.</p> <p>Hojas de rotafolios.</p>
<p>Discusión de las propuestas y evaluación de cada una.</p>	<p>Se evalúa cada una y se toma la decisión de seleccionar una solución.</p>	
<p>Revisión de los conocimientos aprendidos.</p>	<p>Síntesis por parte del/la docente, apoyada mediante la confección de un mapa conceptual.</p>	<p>Hojas de rotafolios.</p>
<p>Autoevaluación</p>	<p>Los alumnos realizan la autoevaluación en grupo de dos.</p>	<p>Software específicos.</p>

³⁰ Estos software están disponibles en español, alemán y en francés. El idioma no constituye un obstáculo para el alumno.

Bibliografía

- Ausubel P. David; Novak, Joseph D.; Hanesian, Helen. 1999. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. México.
- Barell, John. 1998. *El aprendizaje basado en problemas. Un enfoque investigativo*. Manantial. Buenos Aires.
- Beer, Ferdinand; Rusell Johnston, P. E. 1997. *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática*. McGraw-Hill. Madrid.
- Bernal, Jorge. 1989. *Estructuras*. Buenos Aires.
- Bourdieu, Pierre; Gros, Françoise. 1989. *Los contenidos de la enseñanza. Principios para la reflexión*. El mundo de la educación. París.
- Carretero, Mario. 1994. *Constructivismo y educación*. Aique. Buenos Aires.
- Fliess, Enrique D. 1980. *Estabilidad 1*. Kapelusz. Buenos Aires.
- Fourez, Gérard. 1997. *Alfabetización científica y tecnológica*. Colihue. Buenos Aires.
- Gimeno Sacristán, José. 1989; 2° ed. *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Morata. Madrid.
- Goldernhörn, Simón. 1982. *Calculista de estructuras. Hormigón Armado, hierro, madera*. H.F. Martínez de Murguía. Buenos Aires.
- Hernández, Fernando; Ventura, Montserrat. 1998. *La organización del currículum por proyectos de trabajo*. Graò. Barcelona.
- INTI –Instituto Nacional de Tecnología Industrial–. 1980. *Proyecto de Reglamento CIRSOC*. Buenos Aires.
- Ocampo Canabal, Fernando. 1976. *Mecánica. Estática. Volumen 1*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Schön, Donald A. 1998. *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Paidós. Madrid.
- Villasuso, Bernardo. 1999. *Diseño y cálculo de estructuras*. El Ateneo. Buenos Aires.

ANEXO

*Presentación de contenidos
correspondientes a la unidad didáctica
“La estructura sometida a esfuerzo de
flexión y corte”*

Los recursos para el apoyo de la enseñanza

Un aspecto central en el aprendizaje basado en la resolución de problemas está constituido por la búsqueda de información (datos, procesos, métodos, etc.). Hoy, la información viene almacenada en diferentes formas: en papel, audio, vídeo interactivo, multimedia, etc. Cada una constituye una tecnología con puntos fuertes y débiles que deben ser conocidos por el docente, con el propósito de orientar su utilización en el momento apropiado y para el fin que mejor responde cada recurso.

Las aplicaciones multimediales son diversas, según se trate de multimediales de referencia, multimediales de apoyo a la enseñanza y multimediales de apoyo al aprendizaje.

- Los recursos multimediales **de referencia** remiten a los “volúmenes de información que se transfieren de un medio a otro”³¹. Generalmente están constituidos por los textos, gráficos, imágenes, etc., que, del medio impreso papel, pasaron al medio digital –las enciclopedias digitales son un ejemplo–. De este modo, se sustituye un conjunto de volúmenes, a veces de gran tamaño, por un disco compacto; en el que se puede almacenar más información, enriqueciéndola mediante animaciones, simulaciones, links a páginas Web, etc. Asimismo, se produce un cambio interesante para el aprendizaje: se pasa de una lectura lineal a una no lineal.
- En cuanto a las aplicaciones multimediales **de apoyo a la enseñanza**, éstas constituyen recursos que usa el docente para el desarrollo de sus exposiciones; incluidos en este grupo podemos mencionar los recursos que circulan por el mercado y que han sido producidos por compañías como National Geographic, Voyager, Warner New Media, entre otras. En la actualidad existen *programas de autor* que permiten al mismo docente desarrollar materiales multimediales según sus propias necesidades y de acuerdo con el modelo de enseñanza adoptado.
- En lo que respecta a los multimediales **de apoyo al aprendizaje**, están diseñados siguiendo determinada teoría del aprendizaje y son una guía que, bien utilizada, favorece el aprendizaje. Por lo general, son tutoriales, aunque existen en el mercado algunos interactivos que permiten cambiar variables, datos, situaciones, etc. La mayoría presenta diferentes niveles de profundidad que se van alcanzando en etapas sucesivas (no es posible pasar de nivel si no se ha alcanzado el anterior).

Un programa fácil de usar es PowerPoint, muy utilizado por los conferencistas en sus presentaciones, que constituye un recurso muy útil para la enseñanza, fundamentalmente cuando se desea mostrar movimientos.

En este material anexo a **Procesos de enseñanza y de aprendizaje en construcción de edificios, basados en problemas** le presentamos un trabajo en PowerPoint® realizado, en forma conjunta por la docente y los alumnos.

En ocasión de implementarse en la clase, esta presentación estuvo acompañada por un impreso con las diferentes pantallas diseñadas por la docente en el formato “documento”, en el que los alumnos volcaron todas sus anotaciones y resultados:

³¹ Elizondo, Rosa. Tecnología de multimedia Una perspectiva educativa.







Mapa de sitio y de navegación

Le proponemos analizar el archivo PowerPoint® anexo para interiorizarse de la dinámica de este recurso. En él, todas las diapositivas tienen animación en forma manual, por lo que el usted debe chiquear para continuar.

Hasta la diapositiva 26, haciendo un clic al final de cada una pasa de una pantalla a la otra:

Diapositiva	Descripción
de 2 a 10	Presentación de la situación problema.
de 11 a 14	Consignas para la primera clase.
de 15 a 18	Objetivos.
19	Notas para el/la docente.
20	Nueva consigna.
6 a 21	Pantalla en blanco.
7 a 22	Una respuesta de los alumnos.
8.a 23	Otra pantalla en blanco.
9.a 24	Búsqueda de datos. Todos los datos que el alumno necesita se le presentan como incógnitas que él debe buscar para transformar en dato.
10 a 25	Presentación de los valores obtenidos por los alumnos.
11 a 26	Tabla de solicitudes de losas continuas para el cálculo. Diagrama de momentos.

A partir de la diapositiva 26, usted puede seguir la siguiente ruta de navegación.

- Haciendo clic en M1 de la diapositiva 26 aparece la Tabla que le permite, en función del coeficiente "m₁" encontrar el valor de M1. Cliqueando, usted llega al valor de M1 y a la expresión matemática de M2.

- Cliqueando en M2 aparece, nuevamente, la tabla para el cálculo del coeficiente " m_2 ", que le permite encontrar el valor de M2. Cliqueando se llega al valor de M2 y a la expresión de MB.
- Con un clic en MB aparece de nuevo la tabla. Cliqueando se encuentra el valor de MB.
- Cliqueando al final de la pantalla anterior aparece el diagrama ideal de momento en el apoyo.
- Cliqueando al final de la pantalla anterior, pasa a una nueva pantalla en la que se muestra la reducción del momento en el apoyo. En esta pantalla aparece la expresión matemática de momento reducido. Con un clic en RB, se muestra nuevamente la tabla. Cliqueando, usted encuentra los valores de R_1B , R_2B y de RB.
- Cliqueando en RB aparecen en pantalla los valores de RB y de MBred., obtenidos por los alumnos.
- Cliqueando en MBred., se pasa a una nueva pantalla con los valores de las magnitudes estáticas obtenidas por los alumnos.

Hasta aquí se trabaja en el proceso de determinación de las magnitudes estáticas (momento flexor máximo en los tramos y en los apoyos), usando la tabla de coeficientes válida para cargas uniformemente distribuidas y con una relación de luces igual o inferior al 15%.

A partir de la diapositiva 36 se introduce el método de cálculo de dimensionamiento denominado de coeficiente adimensional " ms "

- Cliqueando al final de la pantalla anterior, aparece una nueva pantalla con el método de verificación de " h " y el cálculo del hierro, denominado " ms ".
- Al final de la pantalla con un clic se pasa a la respuesta de los alumnos. Se encuentra el valor de " ms " para el primer tramo. En la expresión de As_1 , con un clic en WM, se pasa a una nueva pantalla que permite el cálculo de WM. Con un nuevo clic en el recuadro rojo se llega a la pantalla anterior con los resultados obtenidos.
- De la misma manera se obtienen los valores para el tramo 2. Cliqueando al final de la pantalla anterior, aparece una nueva pantalla con el método de verificación de " h " y el cálculo del hierro, denominado " ms ".
- Al final de la pantalla con un clic se pasa a la respuesta de los alumnos. Se encuentra el valor de " ms " para el primer tramo. En la expresión de As_2 , con un clic en WM, se pasa a una nueva pantalla que permite el cálculo de WM. Con un nuevo clic en el recuadro celeste se llega a la pantalla anterior con los resultados obtenidos.
- Cliqueando, se pasa a una nueva pantalla que muestra el despiece de la armadura sin armadura adicional en los apoyos.
- Con un nuevo clic aparece el método de dimensionamiento en los apoyos.
- Cliqueando se muestra una nueva pantalla, en la que aparece el valor de WM y un cuadro amarillo. Haciendo clic en este cuadro se muestra una pantalla con la respuesta de los alumnos.
- Con un nuevo clic se muestra otra pantalla que incluye la armadura en los apoyos.
- La próxima diapositiva presenta todos los valores.
- Cliqueando aparece una nueva pantalla que muestra el despiece de la armadura con armadura adicional en los apoyos.
- Las próximas diapositivas muestran una síntesis del procedimiento empleado.