

De la enseñanza de dibujo técnico

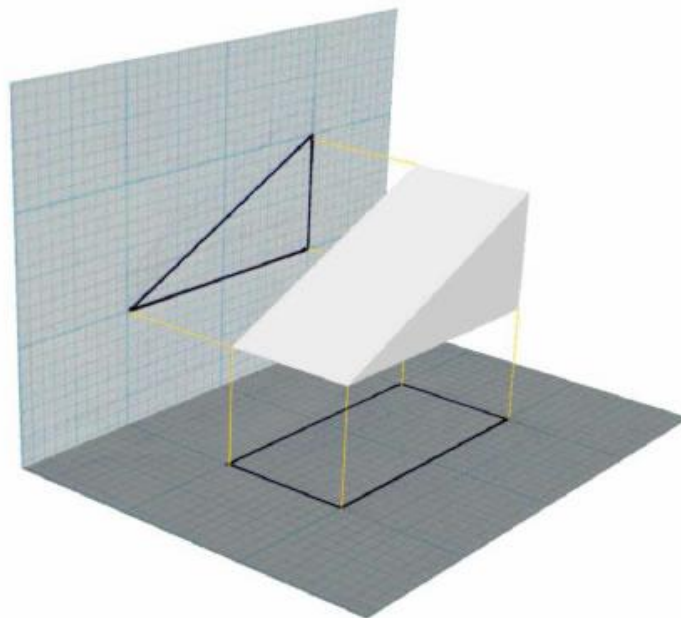
Introducción. Orientación de la enseñanza. Cambios en la enseñanza del dibujo para ingeniería. Dificultades para enseñar dibujo para ingeniería.

Introducción

Referencia

Sanjay Sharma. *Course notes - Engineering Drawing and CAD*. University of Plymouth. England. 2005.

♦ Proyección ortográfica



PROYECCIÓN EN PLANOS EN ÁNGULO RECTO

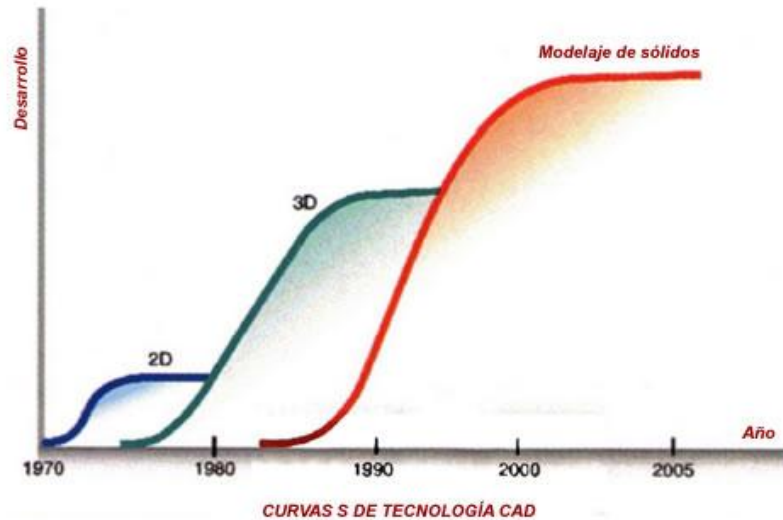
En el siglo XVIII, el matemático e ingeniero francés Gaspard Monge (1746 - 1818) desarrolló un sistema, usando dos planos de proyección en ángulo recto, para la descripción gráfica de objetos sólidos. Este sistema fue llamado, y así continúa, como **Geometría Descriptiva**, que permite la descripción gráfica de objetos en forma exacta y sin ambigüedades. Las formas sobre esta base son llamadas **Proyección Ortográfica**.

♦ Métodos de representación en la tecnología CAD

Se reconocen los siguientes:

2D Líneas y textos, en forma similar al dibujo convencional.

- 3D** Vértices (esquinas o puntos en el espacio), bordes, superficies en x, y, z.
- Modelaje de sólidos** Geometría de sólidos, definiendo totalmente las formas sólidas tridimensionales, con caras de forma arbitraria.



Orientación de la enseñanza

Referencia

Clóvis Neumann (University of Juiz de Fora, MG, Brazil). *Teaching Drawing in Engineering Courses in Santa Catarina State - Brazil*. International Conference on Engineering Education - ICEE. Coimbra, Portugal. September 3 - 7, 2007.

El propósito de la investigación es identificar las disciplinas en la enseñanza de dibujo técnico en 74 cursos de pregrado en el Estado de Santa Catarina. Las disciplinas estudiadas pueden ser organizadas en cuatro grupos de similitud: **G1 - Geometría Descriptiva, G2 - Dibujo Técnico, G3 - Énfasis en Uso de Software, y G4 - Énfasis en la Especialidad**. La enseñanza de las disciplinas es en promedio, de 83.5 horas. También hay evidencia de que en estas disciplinas se privilegia el Énfasis en el Uso del Software en vez del desarrollo de competencias como la visión espacial, la inteligencia espacial y la creatividad.

Introducción

El artículo se enmarca en la indagación de la influencia del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad, y en particular, en la educación tecnológica en las escuelas de ingeniería, que en el Brasil suman 1,368 cursos de ingeniería, de los cuales 73 están presentes en el Estado de Santa Catarina.

En el 2002, la instancia oficial de educación superior estableció que todos los cursos de ingeniería, independiente de su especialidad, deben poseer tres clases de contenido: **básico, profesional, y otros que caracterizan la especialidad**. Entre los básicos, está el de Expresión Gráfica, considerado estructural para la formación del ingeniero, a fin de generar competencias y capacidades necesarias para el ejercicio profesional.

Se considera que en ingeniería, el 92% de los proyectos están basados en procesos gráficos, e independientemente del rol del lenguaje, el ingeniero debe evocar una imagen en algún proceso o concepto, no pudiendo ser capaz de evadir esta

representación. Ello se considera esencial para extender la cultura, humanidad y lenguaje del ingeniero. Y también para que consiga una visualización global, y no fragmentada de los fenómenos en los que trabaja, ampliando así su capacidad para analizar el total de su contexto.

Las discusiones continuas sobre la enseñanza de la ingeniería giran sobre los siguientes puntos: lo que los estudiantes deben aprender, las capacidades y conocimientos que una buena práctica demanda, las nuevas herramientas de educación que pueden ser introducidas para mejorar la educación, y el rol de las tecnologías modernas (el uso de computadoras, o del Internet).

Este estudio se concentra en las instituciones de enseñanza superior de Santa Catarina. Tiene las siguientes partes: revisión de documentos, estudio del material acopiado, y análisis de los resultados.

Revisión de la documentación

♦ La generación de competencias

Las organizaciones han comprendido que es necesario desarrollar competencias básicas y específicas entre sus trabajadores. Entre las competencias: aquella de articular conocimiento, la capacidad de hacer cosas, y la actitud frente a las situaciones del trabajo. La información es considerada el insumo principal del conocimiento, y la que le proporciona valor. Se consolida en la mente humana a través de mecanismos cognitivos de inteligencia, memoria y atención.

♦ Metodologías de aprendizaje

El profesor debe desarrollar métodos que mantengan la atención de los estudiantes, y usarlos para que los estudiantes aprendan a pensar y descubrir cosas. La pregunta crucial es: *¿el proceso de adquisición de conocimiento es llevado a cabo por medio del descubrimiento, o de la construcción?*

Es ilustrativo el caso del *aprendizaje corporativo*, donde los estudiantes se ayudan unos a otros durante el proceso de aprendizaje, actuando como profesores de sus compañeros y de ellos mismos para aprender una materia específica.

Para cambiar los paradigmas actuales hay que empezar por extender nuestros procesos de razonamiento, más allá del foco de las cosas, entidades o eventos, empleando afinidades, simbolismos e interconexiones. El diseño gráfico facilita esta posibilidad.

♦ Visión espacial

La posibilidad de tener una visión espacial, es un regalo que todos tenemos. Nos da *la capacidad de percepción mental para formas espaciales*. Tenemos el sentido del espacio sin necesidad de ver al objeto. Depende de un razonamiento lógico, lúdico, creativo y subjetivo, difícil de explicar. Para comprender la *Geometría Descriptiva* se necesita de la visión espacial y de la creatividad. El dibujo tiene el propósito principal de representar en el plano, las formas materiales del mundo que son tridimensionales, con lo cual es posible la construcción o entendimiento de esas formas.

El *Dibujo Técnico* es una forma de expresión gráfica que tiene como propósito la representación de la forma, las dimensiones y la posición de los objetos, en concordancia con las necesidades de las distintas especialidades de ingeniería y arquitectura. Se carga de complejidad para acercarse a la relación entre el espacio y el plano.

La Geometría Descriptiva y el Dibujo Técnico continúan siendo esenciales para combinar el diseño junto con la capacidad creativa que se traduzca en una representación técnica y como instrumento gráfico de una manera todavía sorprendente. Demandan de una gran capacidad de abstracción, de un fuerte ejercicio de discernimiento, y de cualidades de comportamiento para trabajo en grupo.

◆ **Creatividad**

Los cambios terminan por ser absorbidos por las generaciones, pero debemos ser capaces de ir más allá de esa etapa de adaptación. Hay que tomar en cuenta que la capacidad creativa del hombre desarrolla procesos en un espacio tridimensional. Una representación técnica se constituye en una manera de poner las ideas en orden.

Se puede decir que una persona que es capaz de desarrollar innovación a través de la intuición y la improvisación, se siente más cómoda ante los cambios del futuro. En consecuencia, el autor considera que debemos ir más allá de lo racional a fin de enfrentar problemas normales, considerando *normal* aquello que puede predecirse.

◆ **Inteligencia espacial**

La competencia intelectual del hombre se debe manifestar en su capacidad de resolver problemas o dificultades genuinas, de manera adecuada y según las encuentre, y por medio de ésta, propiciar la adquisición de nuevo conocimiento.

El autor refiere a otro estudio para un ordenamiento de las capacidades del hombre en ocho categorías o inteligencias: Lingüística, Lógica - Matemática, Espacial, Cinética Corporal - Estética, Musical, Interpersonal, Intra-personal y Naturalista.

La Inteligencia Espacial describe la capacidad de visualizar espacialmente el mundo y llevar adelante las transformaciones a partir de estas percepciones. Involucra la sensibilidad al color, líneas, formas, configuraciones y espacio, así como las relaciones entre estos elementos. También incluye la capacidad para visualizar y para representar visual o gráficamente las ideas en su contexto espacial.

Una persona que desea ser ingeniero debe aprender el **lenguaje espacial** y pensar en su **ambiente espacial**.

La investigación

En el Estado de Santa Catarina, de las 110 instituciones universitarias (dos son instituciones públicas), 15 ofrecen programas de ingeniería, en 74 programas de estudios, y son ofrecidas 19 especialidades (entre las más comunes: Ingeniería de la Producción, Ingeniería Civil, e Ingeniería Eléctrica).

Del análisis de la malla curricular, se han identificado aquellos cursos que tienen que ver con el dibujo. El autor los ordena en cuatro grupos.

Grupos de cursos relacionados con el dibujo

Grupo	Cursos
G1: Geometría Descriptiva	Representación Gráfica Espacial. Geometría Descriptiva. Dibujo y Geometría Descriptiva. Dibujo Geométrico y Geometría Descriptiva. Geometría Descriptiva y Dibujo

Grupos de cursos relacionados con el dibujo

Grupo	Cursos
	Técnico. Expresión Gráfica.
G2: Dibujo Técnico	Dibujo. Fundamentos de Dibujo. Dibujo Técnico Básico. Dibujo Básico. Dibujo Técnico. Dibujo Técnico y Geométrico. Dibujo Técnico y Geometría Descriptiva.
G3: Énfasis en el Uso de Software	CAD. Dibujo Mecánico, CAD II. Dibujo Mecánico, CAD. Dibujo para Producción Asistido por Computadora. Dibujo Geométrico y Modelaje.
G4: Énfasis en la Especialidad	Dibujo Técnico para Ingeniería Eléctrica. Dibujo para los Electro-electrónicos. Dibujo Técnico para Ingeniería Civil. Dibujo para Arquitectura. Dibujo Técnico para Ingeniería Mecánica. Dibujo para Mecánica I. Dibujo Industrial. Dibujo aplicado a la Electrotécnica. Dibujo Técnico para la Ingeniería de los Materiales. Dibujo Técnico para la Ingeniería Sanitaria. Dibujo Técnico para la Ingeniería Química y de Alimentos. Dibujo aplicado a la Ingeniería Química. Dibujo aplicado a la Ingeniería Forestal. Dibujo Técnico para Ingeniería Forestal. Dibujo Técnico Rural.

Al analizar las horas y especialidades, el énfasis es en el grupo de Dibujo Técnico, en segundo lugar el grupo de Énfasis en el Uso de Software, después el grupo de Énfasis en la Especialidad, y finalmente, el grupo de Geometría Descriptiva.

Cambios en la enseñanza del dibujo para ingeniería

Referencia

Zongyi Zuo, Kaiping Feng, Bin Chen (Guangdong University of Technology, P. R. China). *The Modern Education Mode for Engineering Drawing*. Journal for Geometry and Graphics. Vol 7. N° 1. 2003.

Según reporta el estudio, el proceso de reforma de la educación Gráfica para Ingeniería ha demorado más de seis años, concluyendo en un modo moderno de enseñanza. Incluye la reforma en los contenidos, los métodos de enseñanza y otros aspectos relativos. También, la publicación de textos en Geometría Descriptiva, Dibujo Mecánico, y Dibujo para Arquitectura. Facilidades de multimedia, y uso de Internet para la enseñanza. Los profesores y estudiantes se benefician de los cambios, habiendo mejorado en estos últimos la imaginación y creatividad para el diseño y el dibujo.

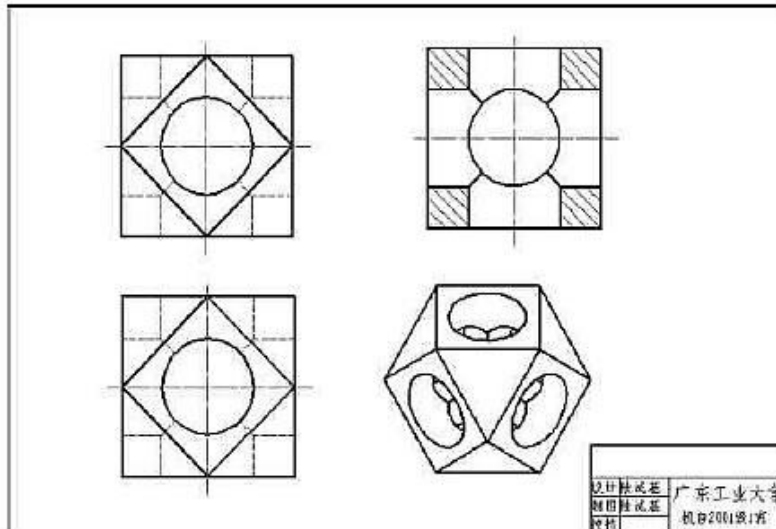
Los contenidos de los cambios

◆ El modelaje 3D

La Geometría Descriptiva y el Dibujo de Ingeniería están fusionados en un solo curso. Se les asigna entre 40 a 80 horas de clase, y 20 a 40 horas de ejercicio. El cambio implica comenzar el modelaje en 3D, desde el principio del primer semestre, y con la ayuda de un software 3D. Se enseñan los principios básicos de proyección. Así los estudiantes tienen una herramienta poderosa para imaginar

objetos espaciales, y de esta manera aprenderán Dibujo de Ingeniería en forma más fácil.

◆ **Las tres combinaciones**



DISEÑO DE SÓLIDO PREPARADO POR ESTUDIANTES

El cambio implica las siguientes tres combinaciones.

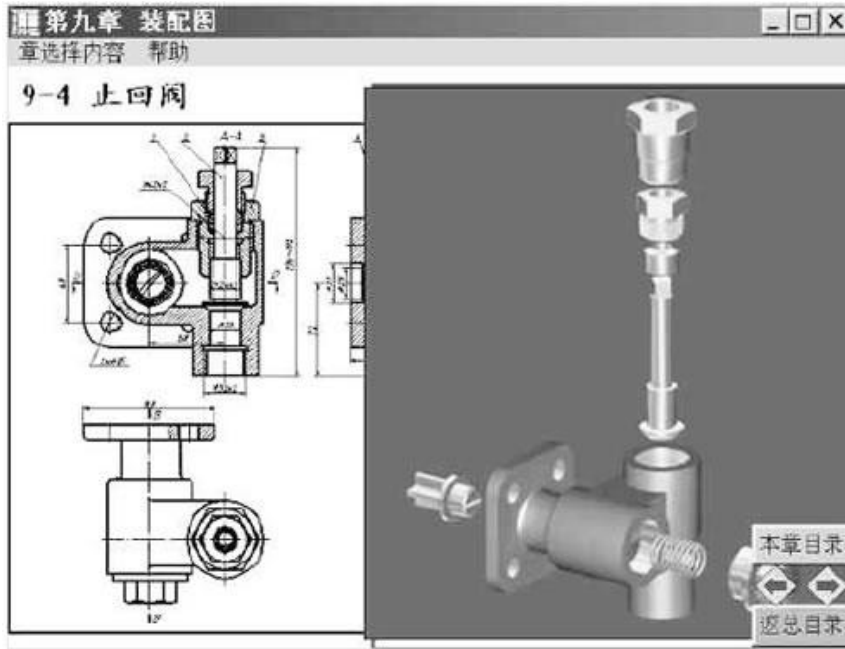
- Dibujo combinado con el diseño.
- Dibujo manual (énfasis en dibujo a mano) combinado con el dibujo por computador (énfasis en 3D).
- Enseñanza en clase combinada con estudio interactivo en red.

Se asigna un periodo de diseño libre 3D para trabajo imaginativo de sólidos en grupo (usando teoría de proyección, métodos de diseño, dibujo en 3 vistas, y diseño por computador). Es el caso del dibujo adjunto.

◆ **Material y equipo de enseñanza**

Se han desarrollado libros de texto y de ejercicio, acompañados con auxilio multimedia. Se ha completado software CAI (Instrucciones Asistidas por Computadora), individuales y por Internet, y están disponibles para Geometría Descriptiva y Dibujo para Ingeniería.

Todos los salones están equipados con computadoras multimedia, grandes pantallas y proyectores de video, lo cual facilita el dibujo y brinda tiempo para mayores explicaciones.



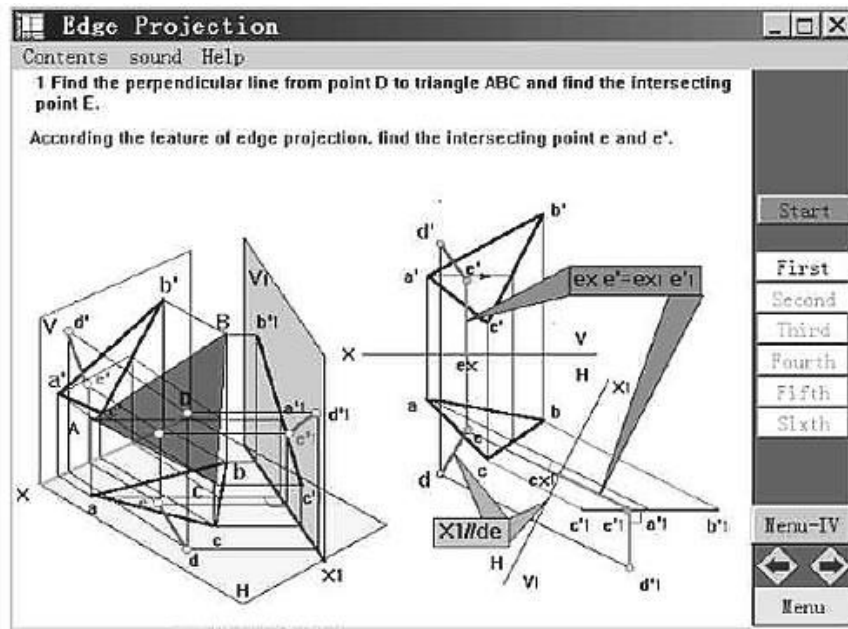
EJEMPLO DEL TEXTO EN CD

El sistema incluye el apoyo de tutores virtuales para una mejor comprensión de los estudiantes.



LECTURA DE UN DIBUJO DETALLADO

◆ Desarrollo del software CAI



USO DE CAI PASO A PASO

La reforma no hubiera sido posible sin el desarrollo de instructivos CAI usado en Dibujo para Ingeniería. Incluye las instrucciones, los ejercicios, y el trabajo en grupo. Además, se emplean los programas conocidos tipo CAD, gráficos, animaciones, desarrollo de sitios web.

Dificultades para enseñar dibujo para ingeniería

Referencia

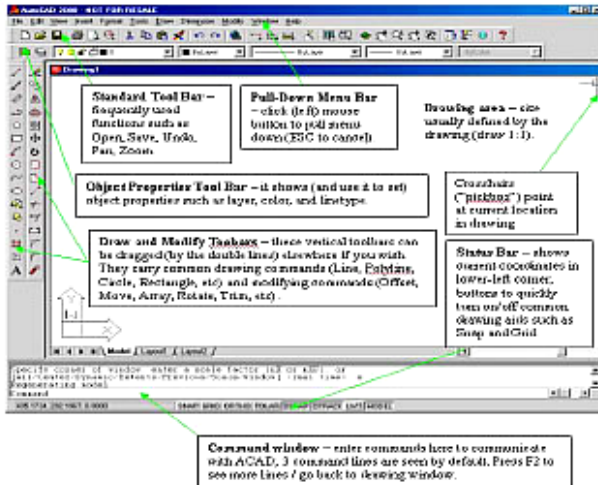
Kuang J. S. and Hu Thomas W. C. (The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong). *A Multimedia-based Approach to Teaching Engineering Drawing*. Proceedings of the Second Teaching and Learning Symposium. Hong Kong, May 17, 2004.

El estudio se relaciona con el curso introductorio sobre Dibujo para Ingeniería que es obligatorio para todos los estudiantes del primer año de ingeniería civil. Se desarrollan habilidades manuales y al empleo de herramientas CAD, y **a interpretar dibujo especializado en construcción**. Sin embargo, debido a la carencia de experiencia de campo, de habilidades de visualización e interpretación, **los estudiantes pueden tener dificultad en comprender los ejemplos de dibujos de construcción**, aún cuando sean presentados en 2D. Aunque las demostraciones se presentan directamente en pantalla grande, y son acompañadas con notas explicativas, **algunos estudiantes pueden perder el ritmo de los pasos**, y por lo tanto, tener dificultades en las discusiones siguientes. Para superar estos problemas, los autores proponen el empleo de un conjunto de herramientas multimedia para facilitar la visualización de ejemplos en 3D, incorporando capturas de movimientos en pantalla con audio y anotaciones para las explicaciones.

Dificultades de los estudiantes

Según la experiencia de los autores, dos son los tipos de dificultades que enfrentan los estudiantes: (1) aprendizaje del software CAD, y (2) interpretación de los dibujos de construcción presentados en clase.

◆ En el aprendizaje del CAD



The following AutoCAD commands can be used to determine the coordinates of C:

1. Use POINT command (or *Draw* – *Point* – *At Absolute Points*) to draw points A and B at their given coordinates. Exit POINT command, and *Z*(*zoom*) – *E*(*extent*) to see the 2 points drawn. If the default point style is too small to see, you can use *Format* – *Point Style* – (choose “X” type) to fix it.
2. Right-click “CSNAP” tab at screen’s bottom, click Settings, and turn on the “Node” (NOD) and “Intersection” (INT) object snap option. The NOD option allows one to snap to a point.
3. Draw a LINE from points A to B using object snap.
4. Use *RO*(*ate* (or *M*o*d*i*f*y) – *R*otate) to rotate AB by $49927'13''$ into the direction of AC. Pick line AB when prompted to *select objects*, press *enter*, use A as *base point*, and give a rotation angle of $-49927'13''$. Note that AutoCAD takes counterclockwise angles as positive by default, and accepts the D^M^S format when specifying angles.
5. Redraw the line AB, then rotate it by $37D14'36''$ about base point B. Draw the line AB again.
6. Use *ID* to find out the coordinates of the **INT**ersection point of the two lines on the screen.
7. From pull-down menu, *Dimension* – *Style* – *Modify* – (click *Primary Units Tab*) – change Angular Dimensions to D^M^S format with 0.1° accuracy – *OK* – *Close*.
8. *Dimension* – *Angular*, pick two lines to have AutoCAD calculate and label the angles between them. If the text is too small, set DIMSCALE to a new value (e.g. 1.5), and *Dimension* – *Update* – select dimension(s) to update. This will double-check the correctness of the angle input.

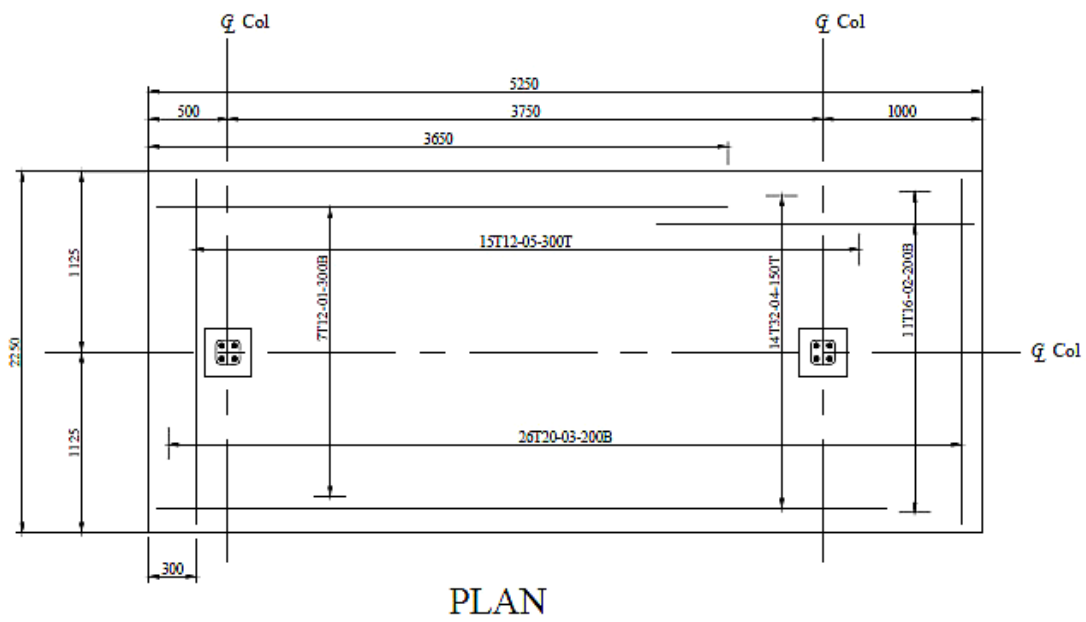
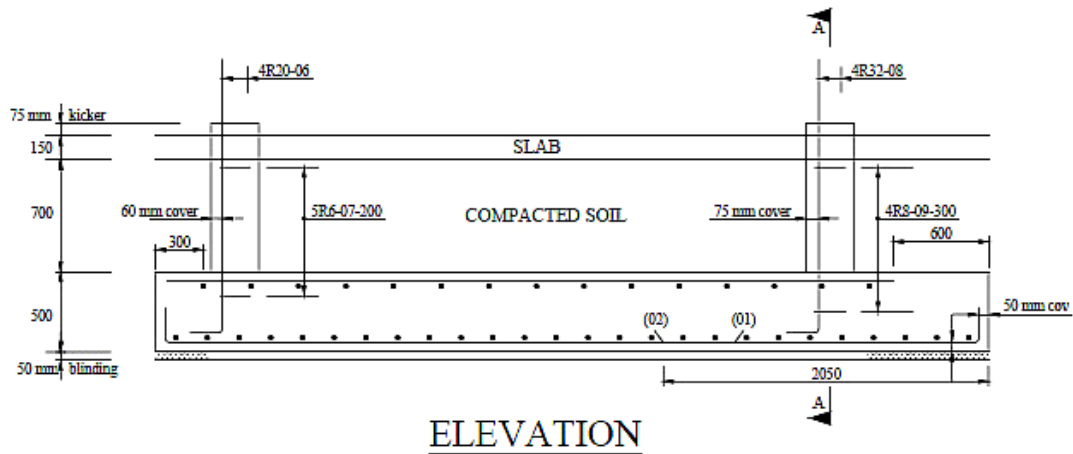
MATERIAL DE ENSEÑANZA CAD CON GRÁFICOS Y TEXTOS

Como se muestra en la figura, en clase se ofrecen demostraciones directas del software, acompañadas por notas. Un problema común es que algunos estudiantes no puedan seguir uno o dos pasos, y en consecuencia, fallan en el ritmo de los pasos siguientes. Ello origina necesidades de repetición y avance más lento. También es el caso de estudiantes que no pueden asistir a algunas clases perdiendo la continuidad de las explicaciones.

Estas situaciones resultan más evidentes en las preguntas que continúan haciendo los alumnos después de clase, tanto sobre el software como en la interpretación de los dibujos. El uso del tutor del software puede ser ineficiente en razón de su generalidad y del idioma. En el mercado también existen otros tutores con capturas de pantalla, pero no son específicos para la ingeniería civil.

◆ En la interpretación de dibujos de ingeniería

Los estudiantes sin experiencia en obras de ingeniería, encuentran dificultades para comprender los dibujos de construcción que se muestran en clase, como el de la figura adjunta. La mayor dificultad la encuentran en la distribución de las varillas de refuerzo, que en algunas vistas las entienden como superpuestas, y tienen que emplearse varias vistas para su comprensión. En el curso del primer año, las catorce semanas de clases resultan cortas para cubrir tanto el CAD como el desarrollo de habilidades manuales.

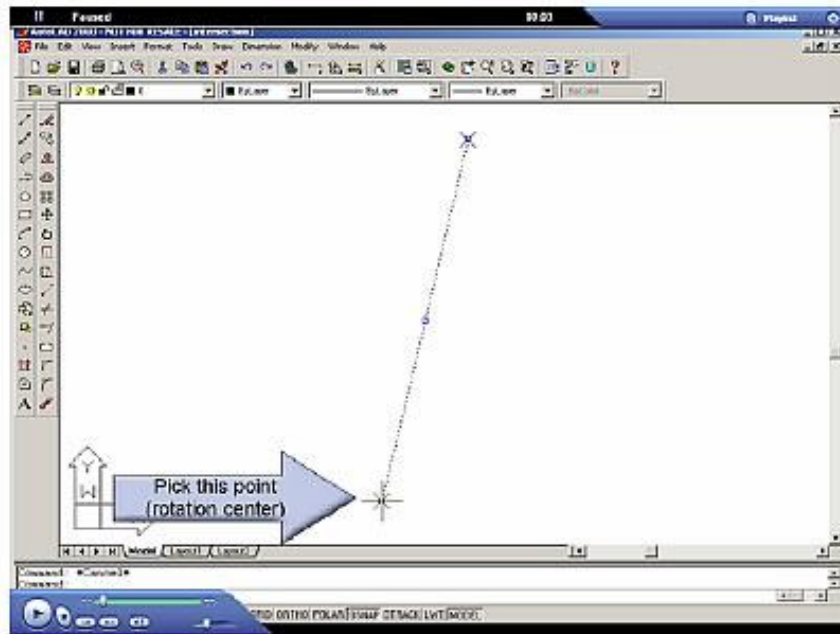


TÍPICO DIBUJO DE CONSTRUCCIÓN

Uso de multimedia

◆ Capturas de pantalla

Para la enseñanza del CAD, los autores proponen el uso de videos con captura de pantallas, incorporando audio y notas de ayuda para explicar las operaciones del software. De esta manera, la *película* se puede grabar en formato *.avi, y los estudiantes pueden utilizarla las veces que deseen, incluso después de clases.



VIDEO CON CAPTURA DE PANTALLAS EN CAD

◆ **Animación en 3D**

El tema de la comprensión de los planos puede ser abordado con animaciones 3D, que complementen las visualizaciones en 2D. De esta manera, los estudiantes pueden -por ejemplo- tener un entendimiento claro en la distribución de las varillas de refuerzo. Al mismo tiempo, la ubicación de la cámara desde distintos puntos, le proporciona al alumno la visión de diferentes perspectivas del proyecto.