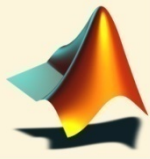


22 de enero de 2014

Una visión sobre la educación en Ingeniería

Xabi Sancho Saiz

1. Qué dice la investigación sobre la educación en ingeniería.



Se han consultado las revistas y autores más prestigiosos en el área:

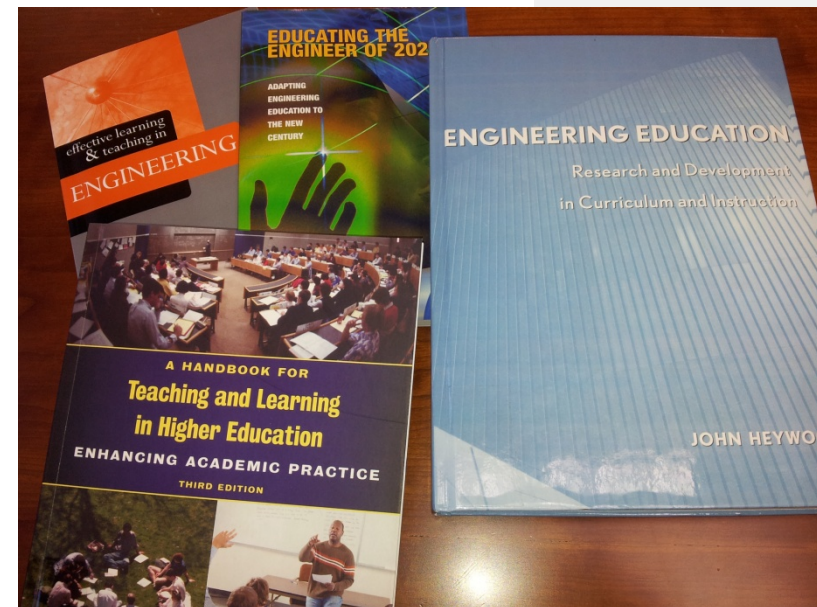
- Journal of Engineering Education
- Chemical Engineering Education
- International Journal of Engineering Education.
- Journal of student centered learning
- New directions for teaching and learning
- Journal of cooperation&Collaboration in College Teaching
- Teaching in higher education
- European Journal of Engineering Education
- Australasian Journal of Engineering Education
- IEEE Transactions on Education

Todas las ideas siguientes están sacadas de dichas fuentes

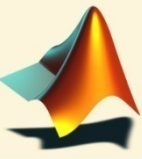
Autores:

- Richard M. Felder
- Rebecca Brent
- Karl A. Smith
- Clive L. Dym
- David and Roger Johnson
- Michael Prince
- Theodore Panitz.....

Libros como:



1. Qué dice la investigación sobre la educación en ingeniería.



La profesión de ingeniería trata constantemente con incertidumbres, con datos incompletos y con demandas (a menudo en conflicto) de clientes, gobiernos, grupos medioambientales y el público en general. Esto requiere habilidades en las relaciones humanas, así como competencia técnica.

Los ingenieros deben afrontar también continuos cambios tecnológicos y organizacionales en el puesto de trabajo. Además, deben satisfacer las realidades comerciales de la práctica industrial en el mundo moderno, así como las consecuencias legales de cualquier decisión que hagan.

A pesar de ello continúa el modelo de “chalk and talk”, la enseñanza tradicional.

Los ingenieros necesitan grandes habilidades de comunicación y de trabajo en equipo, una amplia perspectiva de los temas que conciernen a su profesión: medioambientales, sociales y económicos.

Los planes de estudio de ingeniería están centrados en los contenidos, sin dar suficiente integración entre dichos temas ni relacionándolos entre sí. No hay suficientes experiencias de diseño en los programas de las asignaturas.



1. Qué dice la investigación sobre la educación en ingeniería.



La función de un/a profesor/a de universidad en el siglo XXI es convertirse en diseñadores de experiencias, procesos y entornos de aprendizaje.

Aprender “sobre cosas” no permitirá a los estudiantes adquirir las habilidades y la comprensión que necesitarán en su trabajo. Necesitamos nuevas pedagogías del compromiso (pedagogies of engagement).

Los tres principios implicados en la pedagogía del compromiso son:

- El contacto profesor-alumnos
- La cooperación entre estudiantes.
- El aprendizaje activo. Los estudiantes aprenden más cuando están intensamente implicados en un proceso educacional en el que están obligados a aplicar su conocimiento en muchas situaciones.

Tres razones importantes del abandono de los estudios son:

- un fallo en el establecimiento de una red social de amigos/as y compañeros/as.
- Un fallo en considerarse académicamente implicado en clase.
- Visión de lo que se enseña en las asignaturas no tiene interés de aplicación en ingeniería.



2. Componentes de la educación en ingeniería



Para funcionar como ingenieros/as en la sociedad actual, con grandes cambios tecnológicos y organizacionales, su perfil se debe basar en 3 componentes:

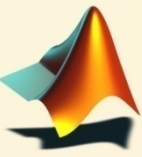
- 1) **Su conocimiento:** los hechos que saben y los conceptos que entienden
- 2) **Las habilidades** que usan en la gestión y en la aplicación de su conocimiento, tales como herramientas informáticas, experimentación, análisis, síntesis/diseño, evaluación, comunicación, liderazgo y trabajo en equipo
- 3) **Las actitudes**, que dictan los objetivos hacia los cuales se orientan sus habilidades y su conocimiento (valores personales, inquietudes, preferencias e inclinaciones).

El **conocimiento** es la base de datos de un ingeniero/a profesional; las **habilidades** son las herramientas que utiliza para manipular el conocimiento con objeto de lograr un objetivo fuertemente marcado por las **actitudes**.

Parece que la formación en ingeniería debería actuar en estos tres componentes



2. Componentes de la educación en ingeniería



De una manera crónica la industria se queja de:

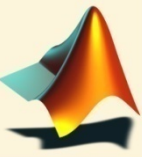
- deficiencias en habilidades en los graduados en ingeniería
- un alto grado de desgaste de los estudiantes de ingeniería con buenos resultados académicos
- Que sus nuevos ingenieros carecen de habilidades analíticas de alto nivel y de pensamiento crítico.
- Habilidades de comunicación y de trabajo en equipo.
- Conocimiento de la práctica y de los negocios de ingeniería.

Miles de estudios de investigación han demostrado que hay deficiencias en los tradicionales métodos de enseñanza, lo que ha provocado una necesidad de cambios en:

- El modo en que debería ser estructurado el plan de estudios en ingeniería
- Cómo deberían enseñarse y evaluarse las asignaturas
- Quién debiera enseñar.
- Cómo el profesorado debiera estar preparado.

Para ser competentes, los futuros ingenieros necesitarán estar equipados con habilidades que antes no se han tocado, tales como el pensamiento crítico y creativo.

2. Componentes de la educación en ingeniería

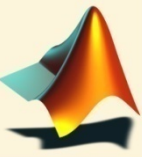


Positivismo: la realidad objetiva existe y se puede conocer mediante el examen científico de la evidencia de los sentidos. El trabajo del educador positivista es presentar el material tan claramente como sea posible. El trabajo del estudiante es recibirlo y entenderlo, y su fallo en hacerlo así indica, bien una ausencia de aptitud del alumno o del profesor para enseñar (muchos profesores no admiten esta última posibilidad).

Constructivismo: Las personas adquieren la información a través de órganos sensoriales imperfectos y, o bien la filtra rápidamente o la incorpora a sus estructuras mentales existentes. En efecto, construyen su propia realidad, bien individualmente (constructivismo cognitivo) o colectivamente con otros (constructivismo social). El educador constructivista tienen una tarea mucho más difícil que el positivista, ya que el hecho de que los conceptos y estructuras difíciles se aprendan no depende sólo de lo exacto y claro que explica el profesor y de lo duro que trabajan los alumnos, sino que también depende:

- Del conocimiento previo del alumno
- De las ideas y errores sobre el contenido de la asignatura.
- Del nivel de su interés en la asignatura
- De la visión de su importancia para sus necesidades
- Del grado de compatibilidad entre su estilo de aprendizaje y el estilo de enseñanza del profesor.

2. Componentes de la educación en ingeniería



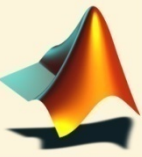
La educación constructivista (enseñanza centrada en el aprendizaje) busca tener dichos factores en cuenta al diseñar la enseñanza, presentando nueva información en el contexto de lo que los estudiantes ya conocen y ayudándoles a desarrollar la comprensión y las actividades mediante la actividad y la reflexión, en vez de hacerles a los alumnos receptores pasivos de información.

Los estudiantes de primer curso son perfectamente capaces de diseñar aparatos, mecanismos, dispositivos y procesos después de conseguir alguna instrucción básica. Lógicamente, su trabajo tendrá un nivel más bajo de sofisticación que el que pueden producir en 4^o, pero serán capaces de desarrollar el conocimiento de diseño y las habilidades en los cursos siguientes, y poco serán cada vez mejores diseñadores de ingeniería.

Introducir experiencias de diseño en primer curso.



2. Componentes de la educación en ingeniería



Todos los estudiantes son diferentes:

Diferente formación, fortalezas y debilidades, intereses, ambiciones, sentido de responsabilidad, niveles de motivación y aproximaciones al estudio.

Unos profesores sólo dan clases magistrales, otros pasan más tiempo en demostraciones o actividades. Unos se fijan en los principios y otros en las aplicaciones. Unos enfatizan en la memoria y otros en la comprensión.

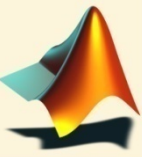
Cuánto aprende un estudiante dado en una clase depende en parte de la habilidad propia del estudiante y de la preparación previa, pero también de la compatibilidad entre los atributos del estudiante como aprendiz y del estilo de enseñanza del profesor.

Hay diferentes estilos de aprendizaje: Modelos:

- Myers-Briggs Type Indicator (MBTI).
- Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb
- Modelo de Felder-Silverman:



2. Componentes de la educación en ingeniería



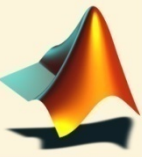
Modelo de Felder-Silverman:

El estilo de aprendizaje de un estudiante depende de las respuestas a 4 cuestiones:

1. Qué tipo de información percibe preferentemente el estudiante: sensorial (vistas, sonidos, sensaciones físicas) o intuitivo (memorias, pensamientos, ..)
2. Qué tipo de información sensorial es más efectivamente percibida: visual (dibujos, diagramas de flujo, diagramas) o verbal (explicaciones orales y escritas)
3. Cómo el estudiante prefiere procesar información: activamente (mediante la implicación en una actividad física o discusión) o reflexivamente (mediante introspección).
4. Cómo el estudiante progresa hacia la comprensión: secuencialmente (en una progresión lógica de pasos incrementales) o globalmente (a grandes saltos). Los aprendices globales pueden tener problemas en aplicar nuevo material hasta que no lo comprenden completamente y ven cómo se relaciona con lo que ya saben y entienden .



2. Componentes de la educación en ingeniería



El alto abandono en los estudios de ingeniería es visto de manera positiva por parte de ciertos profesores, ya que consideran que son estudiantes que no están cualificados adecuadamente como futuros ingenieros.

Esta creencia es equivocada.

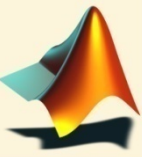
Estudios de investigación señalan que la distribución de notas de quienes abandonan los estudios de ingeniería es esencialmente la misma que la de los que permanecen.

Mientras muchos abandonan por dificultades académicas, muchos otros son buenos estudiantes que abandonan debido a insatisfacción con su formación.

Además, los profesores se quejan de los alumnos que se mantienen en sus estudios diciendo: *“pueden memorizar números y fórmulas, pero no saben cómo pensar”*. Pero en la mayoría de los departamentos de ingeniería hay alguien que se las arregla para conseguir que los alumnos alcancen niveles elevados, desplegando habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico y creativo. Las deficiencias en habilidades son atribuibles a lo que el profesor hace o deja de hacer.



2.1 Sobre el conocimiento



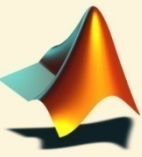
- El volumen de información que los ingenieros/as a nivel global necesitan conocer está aumentando más rápidamente que la capacidad de los programas de los grados en ingeniería de “cubrirlos”.
- No importa cuántas especialidades-menor o asignaturas optativas se ofrezcan, nunca será posible enseñar a los estudiantes de ingeniería todo lo que van a necesitar saber cuando salgan a trabajar.
- Una mejor solución puede ser pasar de poner el énfasis en darles formación en un número siempre creciente de áreas de especialidad a proveerles de un núcleo de fundamentos de ingeniería, ayudando a los estudiantes a integrar el conocimiento a través de cursos y de asignaturas y...
Equiparles con habilidades de aprendizaje a lo largo de la vida.

El foco de la educación en ingeniería debe cambiar. En vez de ser una simple presentación de conocimiento, cambiar a una integración de conocimiento, y hacia el desarrollo de habilidades críticas.

- El contenido, en vez de estar determinado por el programa, debe estar determinado por los objetivos de aprendizaje



2.2. Sobre las habilidades



La habilidades requeridas al ingeniero son:

- 1) Independencia, interdependencia y habilidades de aprendizaje a lo largo de la vida. Los alumnos deben ser capaces de aprender de una manera autónoma. La interdependencia supone la utilización de fuentes diversas, trabajando con otros.
- 2) Habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y pensamiento creativo
- 3) Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.
- 4) Habilidades de comunicación.
- 5) Habilidades de autoevaluación.
- 6) Habilidades de pensamiento integrado y global.
- 7) Habilidades de gestión del cambio.
- 8) Habilidades de aprendizaje a lo largo de la vida (lifelong learning, LLL).

(Estas habilidades son similares a las que aparecen en las memorias de los grados en ingeniería)

El desarrollo de cualquier habilidad se consigue practicándola, y no simplemente hablando sobre ella.



2.2. Sobre las habilidades



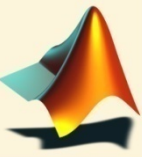
En cuanto a la **resolución de problemas**:

Dado un problema a resolver, el alumnado debe ser capaz de:

- Identificar el objetivo y ponerlo en contexto
- Formular un plan sistemático de ataque que incorpore una mezcla adecuada de análisis, síntesis, evaluación y heurística de resolución de problemas
- Localizar fuentes de información
- Identificar las ideas principales, las suposiciones subyacentes, las falacias lógicas y evaluar la credibilidad de las fuentes utilizadas
- Crear opciones diversas, clasificarlas y priorizarlas
- Realizar observaciones apropiadas e inferir resultados a partir de ellas
- Formular e implementar criterios medibles apropiados para hacer los juicios
- Desarrollar argumentos coherentes para apoyar la validez o factibilidad de una hipótesis o tesis
- Generar nuevas cuestiones o experimentos para resolver las dudas.
- Monitorizar el proceso de solución de una manera continua y revisarlo si es necesario.



2.2. Sobre las habilidades



En cuanto a las habilidades **interpersonales/de trabajo en equipo**:

-La ingeniería es por naturaleza una empresa cooperativa, hecha por equipos de personas con diferentes formación y experiencia, habilidades y responsabilidades.

-Las habilidades asociadas con el trabajo en equipo exitoso: escucha, comprensión de los puntos de vista de los demás, liderazgo sin dominación, delegación y aceptación de responsabilidades, trato con conflictos interpersonales que surgen inevitablemente... **puede ser mucho más importante para el éxito de un proyecto que la pericia técnica.**

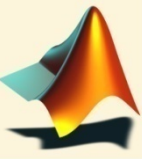
En cuanto a las habilidades **de comunicación**:

-El trabajo en equipo requiere habilidades de comunicación. El ingeniero debe ser capaz de comunicar clara y persuasivamente, tanto oralmente como por escrito, con otros ingenieros/as y científicos, analistas de sistemas, gestores, etc.

-La comunicación efectiva es una habilidad que puede ser enseñada.



2.3. Sobre las actitudes y valores

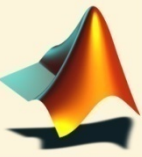


- A los ingenieros debe conculcárseles los valores del deseo de participar, preocupación por la conservación del medio ambiente, preocupación por la calidad y la productividad e implicación en el servicio a los demás.
- Los ingenieros toman a menudo decisiones sin tener en cuenta las consecuencias sociales, éticas y morales de dichas decisiones.
- Es un fallo en el curriculum de ingeniería que no aparezcan las actitudes y los valores.

Se ha demostrado que existen alternativas pedagógicas más efectivas para formar en todas las habilidades anteriores que la clase magistral: Aprendizaje cooperativo, ABP, etc., métodos que presentan superioridad en la consecución de habilidades cognitivas y afectivas, tal como muestran miles de estudios de investigación.



3. Recomendaciones de la ABET



La Accreditation Board for Engineering and Technology recomienda:

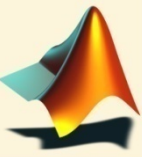
- Enseñar más sobre diseño y operaciones de ingeniería del mundo real
- Instrucción sobre habilidades de comunicación oral y escrita y sobre habilidades de trabajo en equipo
- Entrenar en habilidades de pensamiento crítico y creativo y en métodos de resolución de problemas.
- Formar graduados que sean responsables con la ética en ingeniería y con las conexiones entre tecnología y sociedad.
- Conseguir que el estudiante medio sea capaz de completar la titulación en 4 años.

Si a los estudiantes sólo se les entrena en resolver problemas convergentes bien definidos, nunca obtendrán las habilidades necesarias para enfrentarse y resolver problemas desafiantes multidisciplinares que requieren el juicio crítico y la creatividad.

EXISTEN MEJORES MÉTODOS DE ENSEÑANZA



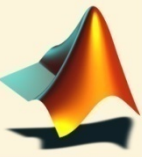
4. Características de los métodos de enseñanza recomendados



- Son relevantes para la educación en ingeniería: la implicación de los estudiantes es crítica para un aprendizaje efectivo en el aula.
- Tienen que poder implementarse en el contexto de una clase ordinaria de ingeniería.
- Son coherentes con las modernas teorías de aprendizaje y se han probado y encontrado efectivas por muchos profesores.
- La investigación en educación en ingeniería ha demostrado que la formación basada en las clases magistrales tradicionales no es efectiva para promover el aprendizaje y el desarrollo de habilidades de alto nivel
- UTILIZAR UNA METODOLOGÍA CONSTRUCTIVISTA.



4. Características de los métodos de enseñanza recomendados



Tener en cuenta que no todos los estudiantes aprenden de la misma forma o responden idénticamente a métodos específicos de enseñanza. Aquellos con diferentes estilos de aprendizaje tienden a tener diferentes fortalezas, todas las cuales pueden ser vitales en la práctica de ingeniería.

-Por tanto conviene equilibrar las necesidades y preferencias de los distintos tipos de aprendizaje. Que todo estudiante sea “enseñado” algunas veces de una manera compatible con su estilo de aprendizaje.

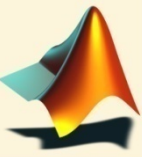
-La investigación ha demostrado la efectividad de la enseñanza inductiva en la promoción del aprendizaje profundo y de la comprensión conceptual.

-En la enseñanza inductiva, el profesor presenta o los estudiantes descubren, fórmulas y algoritmos en el contexto de problemas o proyectos.

-En la enseñanza deductiva, el orden es: principios-fórmulas y algoritmos-aplicaciones.



5. Formular y publicar objetivos de aprendizaje claros.



Afirmaciones de lo que los/las estudiantes deben ser capaces de hacer para demostrar que han adquirido el material y las habilidades de la asignatura/curso.

Verbos de acción observable

Cuando se haya completado este capítulo, el estudiante debe ser capaz de definir las variables en la ecuación de estado de los gases ideales, calcular el valor de cualquiera de las variables a partir de valores dados de las otras tres, estimar el error en el valor calculado y bosquejar la derivación de la ecuación de los gases ideales a partir de la teoría cinética de los gases.



Objetivos de aprendizaje
Que se refieran a **conocimientos**,
habilidades y **actitudes**.



5. Formular y publicar objetivos de aprendizaje claros.



Otros verbos: listar, identificar, explicar, predecir, modelar, derivar, comparar, diseñar, crear, seleccionar, optimizar, etc....

El comportamiento especificado con un O.A. debe ser directamente observable por el instructor y debe ser tan específico como sea posible.

Verbos inaceptables: conocer, aprender, saber comprender, entender, apreciar...

TAXONOMÍA DE OBJETIVOS EDUCACIONALES DE BLOOM

1. **Conocimiento:** repetir información memorizada
2. **Comprensión:** explicación e interpretación de conceptos con vocabulario técnico.
3. **Aplicación:** aplicar el material de la asignatura para resolver problemas sencillos
4. **Análisis:** resolver problemas complejos, desarrollando proceso, modelos y simulaciones, resolviendo los problemas del equipo y del sistema
5. **Síntesis:** diseñar experimentos, dispositivos, procesos y productos.
6. **Evaluación:** elegir entre varias alternativas justificando la elección, optimizando procesos, realizando juicios sobre el impacto medioambiental de las decisiones de ingeniería, resolver dilemas éticos,



5. Formular y publicar objetivos de aprendizaje claros.



Ejemplos: Los estudiantes serán capaces de resolver una ecuación diferencial ordinaria de segundo orden con condiciones iniciales especificadas utilizando Matlab.

Explicar de forma que pueda entender un alumno de bachillerato los conceptos de gravedad específica, presión de vapor y punto de rocío.

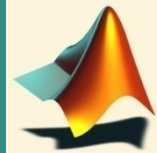
Diseñar y llevar a cabo un experimento para medir.....

Definir las cuatro etapas en el funcionamiento de un equipo y señalar las responsabilidades de los diferentes roles...

Si no están formulados los objetivos de aprendizaje, ¿cómo sé lo que se quiere evaluar?



5. Formular y publicar objetivos de aprendizaje claros.



Niveles 1 a 3: habilidades de bajo nivel. La mayoría de las asignaturas se quedan aquí.

Niveles 4 a 6: Habilidades de alto nivel. Las demandas a los ingenieros serán en estos niveles

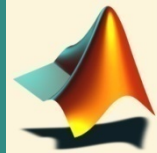
Conocimiento (1)	Comprensión (2)	Aplicación (3)	Análisis (4)	Síntesis (5)	Evaluación (6)
Enumerar Nombrar Identificar Definir Reconocer Recordar Repetir información memorizada	Explicar Interpretar Prever Describir Comparar Diferenciar Explicación e interpretación de conceptos	Resolver Utilizar Manipular Aplicar Calcular Formular Apl. para resolver problemas sencillos de la asignatura	Concebir Escribir Exponer Definir Discutir Planificar Resolver problemas complejos, desarrollar modelos...	Disponer Ordenar Reunir Resumir Relacionar Desarrollar Diseñar experimentos, equipos, instalaciones, procesos	Evaluar Juzgar Defender Criticar Justificar Argumentar Elección entre alternativas, justificación, Optimización, juicios...

Niveles en el campo cognitivo según Bloom

Por ejemplo, para que un estudiante aplique el conocimiento debe tener tanto la información necesaria (etapa 1) como comprender dicha información (etapa 2).



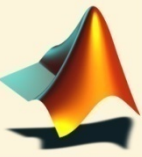
5. Formular y publicar objetivos de aprendizaje claros: recomendaciones



- Escribir **objetivos de aprendizaje** para la asignatura que incluyan tanto el conocimiento del contenido como la adquisición de las habilidades que deseas que desarrollen los estudiantes.
- En todos los cursos**, incluso en primero, incluir alguna habilidad de resolución de problemas de alto nivel (por ejemplo, análisis multidisciplinar, diseño, pensamiento crítico) y las **soft skills**: comunicación oral y escrita, trabajo en equipo, preocupación social y ética,
- Detallar los objetivos de aprendizaje al máximo: en vez de decir que el estudiante será capaz de diseñar una planta química, listar todas las cosas que se espera que el estudiante sea capaz de hacer: investigar, estimar, calcular, crear, analizar, seleccionar, explicar, ... en el proceso de diseño de la planta.
- Que los **ejercicios de clase**, las tareas para casa y los **exámenes** sean **coherentes con los objetivos**, que hay que dárselos a los estudiantes como guías de estudio.
- Una vez formulados los objetivos de aprendizaje, señalar los temas que son más importantes.



6. Establecer la importancia del material de la asignatura.



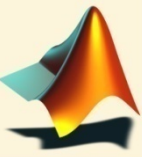
- Los estudiantes tienden a estudiar más duro y a aprender mejor aquello en lo que están interesados y creen que van a necesitar saber, así como aquello en lo que tienen expectativas de éxito.
- Pero muchas asignaturas de primer año están planteadas con el objetivo: “Trust me”, lo que no estimula el interés ni la motivación por aprender.
- Empieza cada nuevo tema y cada asignatura describiendo los fenómenos físicos y químicos a estudiar y los tipos de problemas a resolver, usando ejemplos familiares a los estudiantes. Discutir situaciones reales:
 - Durante las próximas dos semanas vamos a discutir las características de un fluido circulando por una tubería. En grupos de 3, pensar en tantas situaciones como sea posible relacionadas con este tema. 3 personas hablando, una escribiendo las ideas. Tenéis dos minutos. Ya.*

Tras un tiempo, completar la lista con la tuya. Se puede continuar diciendo:

OK, ahora sois ingenieros que estáis diseñando un sistema de tuberías para mover un fluido desde un tanque de almacenamiento hasta un reactor. ¿Qué necesitarás saber o suponer? Mismos grupos. Dos minutos. Ya.

Dedicar 10 minutos al principio de un tema motiva a los estudiantes a prestar atención

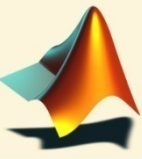
6. Establecer la importancia del material de la asignatura: justificación



- Nuestro objetivo es conseguir que la información y las habilidades se queden en las memorias “a largo plazo” de nuestros estudiantes, encajando en las estructuras cognitivas existentes: **CONSTRUCTIVISMO**.
- Aprendizaje cooperativo, Método del Caso, Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas, etc.
- Equilibrar información concreta y abstracta en cada tema. Al introducir un nuevo concepto abstracto, dar ejemplos de aplicación, así como de la forma en que puede determinarse experimentalmente una variable. Tener en cuenta las diferentes formas de aprendizaje.
- Preparar cuestiones para clase en las que se haga pensar. Por ejemplo:
 - ¿Por qué te sientes a gusto a 20°C al aire y tienes frío en agua a 20°C ?*
 - Elaborar/preparar y resolver un problema relacionado con el material que acabamos de ver. El problema debe ser original, pero puedes obtener ideas de los demás y de mí.*



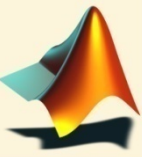
7. Promover el aprendizaje activo.



- Varias veces durante la clase, pedir a los alumnos que se junten en grupos de 2/4 y darles pequeños ejercicios que duren entre 30 segundos y 3 minutos (think-pair-share):
 - Diseñar una estrategia para resolver el problema expuesto.
 - Dibujar un diagrama de flujo (esquema) para el proceso descrito
 - Pensar en tantas aplicaciones prácticas como se pueda de este (sistema, método de solución, dispositivo)
 - Empezar con la solución del problema y ver hasta dónde podéis llegar en 2 minutos.
 - ¿cuál es el siguiente paso en esta derivación?
 - Completar este cálculo.
 - Probar o verificar este resultado.
 - ¿Qué cuestiones tienes sobre este material?
- Variar el formato de los ejercicios/cuestiones: trabajar algunas en parejas, otras en grupos de 3 ó 4, otras individualmente. Alguna vez pedir que se haga un problema individualmente y compartirlo con la pareja (“think-pair-share”).



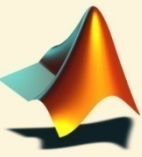
7. Promover el aprendizaje activo.



- Utilizar la actividad de los **problemas resueltos**: se les da uno /varios problemas resueltos, cuya resolución va comentando uno de los componentes de la pareja, el otro escucha, y en cuanto algo no se entiende, se discute. En caso de atasco, se pide la ayuda del profesor. Al final el profesor revisa todos los problemas.
- Sugerencia: dejar en dichos problemas resueltos **partes en blanco** para que las rellenen.
- Los métodos activos hacen las clases más divertidas, tanto para estudiantes como profesores/as.
- TAPPS**: “Thinking-Aloud Pair problem solving
- Osterman feedback lecture**: miniclases de 20 minutos separadas por actividades de 10 minutos (por ejemplo, un problema)
- La gente adquiere conocimiento y habilidades mediante la práctica y la reflexión, no mirando y escuchando a otros que les dicen cómo hacer algo.
- La atención desciende a partir de los 15 minutos de clase: los estudiantes son capaces de recordar el 70% del contenido de los primeros 10 minutos, pero sólo el 20% de los últimos 10 minutos.



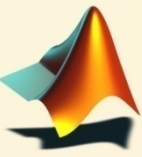
7. Promover el aprendizaje activo.



- Introducir problemas y proyectos de ingeniería desde el primer curso y explicar matemáticas y ciencias en el contexto de problemas y proyectos.
- La enseñanza tradicional basada en *“podéis no tener idea de por qué os enseñó estas teorías, derivaciones, modelos y algoritmos matemáticos ahora, pero, creedme, en uno o 4 años, o después de que os graduéis, veréis lo importantes que son”*. Te dicen que *“te será útil algún día”*
- El paradigma emergente se basa en introducir en todo el plan de estudios problemas reales de ingeniería. Exponer al alumno desde el principio a la ingeniería real.
- Interrelacionar varias asignaturas mediante proyectos.
- Hasta ahora el plan de estudios enfatizaba en el contenido.
- Ahora se pide que haya un equilibrio entre contenidos y habilidades (pensamiento crítico y creativo, resolución y formulación de problemas, trabajo en equipo, comunicación, lenguas y culturas extranjeras,) Esas habilidades nunca quedarán obsoletas.
- Mucho de lo que enseñamos ahora quedará obsoleto o será irrelevante cuando entren en el mercado de trabajo.



7. Promover el aprendizaje activo.



En las tareas para casa y en los exámenes, mezclar problemas convergentes, divergentes (varias soluciones), resolución de conflictos, interpretación y ejercicios de formulación de problemas.

Muy pocos problemas en la realidad de ingeniería tienen la forma: “*Dado esto, calcular eso*”, *en los que hay una única respuesta*. Los problemas reales de ingeniería normalmente están poco definidos, no se tienen toda la información necesaria para resolverlos, y el que haya una respuesta óptima o correcta empieza con “depende”.

La inclusión de las encuestas de los alumnos en la evaluación de la enseñanza es completamente apropiada, ya que para algunos aspectos de la enseñanza están en una posición privilegiada para juzgarlos, tales como la claridad del profesor, la actitud, la puntualidad, la disponibilidad.... Miles de estudios de investigación han demostrado que los resultados obtenidos con las encuestas son coherentes con otras evaluaciones de la enseñanza.



8. Aprendizaje cooperativo (AC)



1. Interdependencia positiva: objetivo de grupo: proyecto, problemas,...
2. Responsabilidad individual. Trabajo a hacer por cada miembro.
3. Interacción positiva, cara a cara. Parte del trabajo hecho en grupo.
4. Uso apropiado de habilidades interpersonales y de trabajo en equipo: debemos ayudarles a desarrollar habilidades de liderazgo, comunicación, resolución de conflictos, gestión del tiempo.
5. Autoevaluación del funcionamiento del grupo de una manera regular.

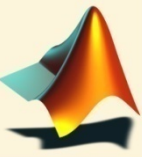
Recomendaciones:

- Explicar lo que vas a hacer y por qué.
- Asignar trabajos a grupos de 3 ó 4 estudiantes.
- Haz tú los grupos. Intentar que sean heterogéneos.
- Asignar roles que roten para cada tarea: coordinador, secretario, controlador, revisor.
- Promover interdependencia positiva: 1 punto más en los exámenes si todos los miembros del grupo sacan más de 6.
- Autoevaluación de los equipos.
- Individualización de la nota dentro de cada equipo.
- Mecanismos de escape para grupos con dificultades.

El AC es la mejor forma de formar en el trabajo en equipo.



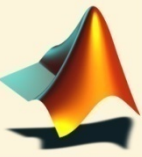
8. Aprendizaje cooperativo



- ❖ Los grupos, en cuanto se constituyen, deben establecer sus reglas de funcionamiento y plantearse una distribución rotatoria de roles. Se entiende por rol una tarea que se asigna a cada alumno dentro del grupo y que ha de desarrollar para un buen funcionamiento del mismo. Se les sugieren los siguientes roles:
- ❖ **Coordinador.** Recuerda a los demás miembros del equipo la fecha, lugar y hora de la siguiente reunión, así como lo que tiene que hacer cada uno. Verifica que todos los miembros del grupo están trabajando en la tarea. En las reuniones velará por el aprovechamiento adecuado del tiempo y moderará las discusiones.
- ❖ **Secretario.** Escribe el informe correspondiente a la tarea solicitada. Hará las actas de las reuniones, en las que se deberán reflejar todas las incidencias, el funcionamiento del grupo y los acuerdos adoptados.
- ❖ **Controlador.** Se asegura de que todos los miembros del equipo entienden tanto la solución de los problemas como la estrategia utilizada para resolverlos.
- ❖ **Revisor.** Revisa la tarea resuelta antes de entregarla. Se la entrega al profesor junto con los nombres de los componentes del equipo que han participado activamente en su resolución. Entrega también el acta correspondiente.
- ❖ En los grupos de 3 alumnos, el mismo alumno cubrirá los roles de controlador y revisor.



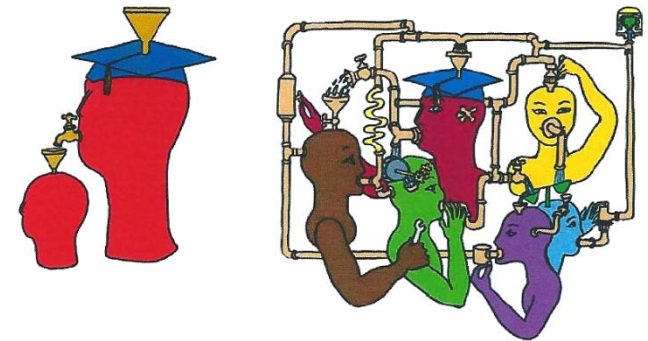
8. Aprendizaje cooperativo



-La ingeniería en general se hace de forma cooperativa, y las habilidades técnicas son a menudo menos importantes que las habilidades interpersonales para conseguir realizar el trabajo.

-Los estudios de investigación han demostrado que, comparando con los alumnos que han recibido docencia tradicional (“chalk and talk”), los estudiantes que han utilizado el AC tienden a tener mejores niveles de retención, mejores notas, habilidades más desarrolladas de pensamiento crítico, de pensamiento de alto nivel y de resolución de problemas, actitudes más positivas hacia la materia y mayor motivación por aprenderla, mayor autoestima, mejores habilidades interpersonales y de comunicación, menores niveles de ansiedad.

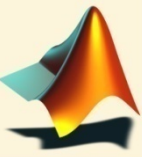
Karl Smith's Innovation Story:
Cooperative Learning



Illustrations by Lila M. Smith, ca. 1975



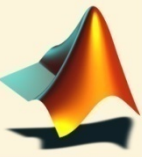
9. Sobre los exámenes



- Para la mayoría de los estudiantes, los exámenes son la principal motivación para el estudio.
- La función de los exámenes es motivar y ayudar a los estudiantes a aprender lo que el profesor quiere que aprendan y permitir al profesor evaluar hasta qué punto lo han conseguido.
- Pero, así como los exámenes pueden motivar a los estudiantes a aprender a un nivel profundo, también pueden llevar a la desmoralización y la hostilidad:
 - Exámenes demasiado largos.
 - Exámenes que contienen sorpresas o problemas que tratan sobre habilidades no trabajadas en clase. Es injusto examinar sobre habilidades que no se han podido practicar.
- Los “sensing learners” en el modelo de Myers-Briggs trabajan más sistemáticamente y más despacio que los alumnos intuitivos, que son su contrapartida.
- No hay evidencia empírica ni lógica que apoye al argumento de que los exámenes largos y difíciles evalúen el potencial del alumno/a para ser un ingeniero/a exitoso o para ayudar a los estudiantes a ser mejores “solucionadores” de problemas. Esto no significa que tengamos que hacer exámenes fáciles, los cuales no motivan a los estudiantes para aprender con profundidad.

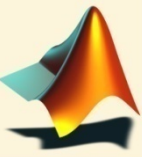


9. Sobre los exámenes



- Objetivos de aprendizaje: elaborar los exámenes/pruebas de evaluación a partir de ellos. Que los estudiantes sepan lo que se espera de ellos.
- Mide el tiempo que tardas en hacer el examen y multiplica por 3 ese tiempo para los alumnos.
- Minimizar la velocidad como factor de éxito en los exámenes.
- No evaluar habilidades no trabajadas. Por ejemplo, mandando tareas de nivel 3 de Bloom, no poner cuestiones/problemas en el nivel 4.





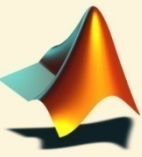
Principios de una docencia de calidad:

1. Estimula el contacto entre profesores y alumnos.
2. Estimula la cooperación entre alumnos.
3. Estimula el aprendizaje activo
4. Proporciona “feedback” a tiempo
5. Dedicar tiempo a las tareas más relevantes
6. Proyecta ante los alumnos expectativas elevadas
7. Respeta los diferentes talentos y formas de aprendizaje

*Los siete principios de la docencia de calidad,
según Chickering y Gamson*



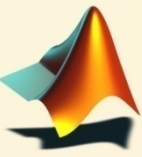
10. Docencia de calidad



- La interrelación entre estudiantes y profesores, dentro y fuera de clase, es el factor más importante relacionado con las experiencias positivas de aprendizaje.
- Si los estudiantes creen que un profesor está preocupado por ellos y tiene un fuerte deseo en que aprendan la asignatura, los efectos en su motivación a aprender y en sus actitudes hacia la materia y el profesor pueden ser profundas.
- Aprender los nombres de los alumnos.
- Estar disponible: tutorías fuera de horas de clase.
- Si usas métodos no convencionales, explicar las razones.
- Celebrar y valorar los logros de los estudiantes.
- Recoger retroalimentación periódica y responder apropiadamente: minute papers, ...
- Mantener un sentido de respeto hacia los estudiantes, individual y colectivamente. Esto es crucial, aunque se sigan el resto de las recomendaciones.



10. Docencia de calidad



Preocupación por el alumno:

60 estudios sobre la enseñanza efectiva (Feldman):

- Interés por el estudiante.
- Conocimiento del tema.
- Estimulación del interés.
- Disponibilidad.
- Aliento de la discusión.
- Habilidad para explicar claramente
- Entusiasmo
- Preparación.

4 factores genéricos:

- Habilidad (habilidad de comunicar)
- Relación de comunicación (empatía, preocupación por los estudiantes)
- Estructura (organización de la clase, presentación del curso)
- Carga (carga de trabajo).

No importa cuál sea tu estilo de enseñanza, si los estudiantes creen que te preocupas de ellos, la mayoría se motivará por aprender lo que enseñas. Si das la sensación de que no te importan, da igual lo brillante y preparadas que estén tus clases, muy pocos se motivarán así.



10. Docencia de calidad



La gente aprende bien cuando (Brandt, 1998, “Powerful learning”):

- Lo que aprenden es personalmente significativo para ellos.
- Lo que aprenden es desafiante y aceptan el desafío.
- Lo que aprenden es adecuado para su nivel de desarrollo
- Pueden aprender a su propia manera, hacer elecciones,
- Usan lo que ya han aprendido y construyen nuevo conocimiento.
- Tienen oportunidades para la interacción social.
- Reciben retroalimentación servicial, amable.



11. Sugerencias para clase magistral

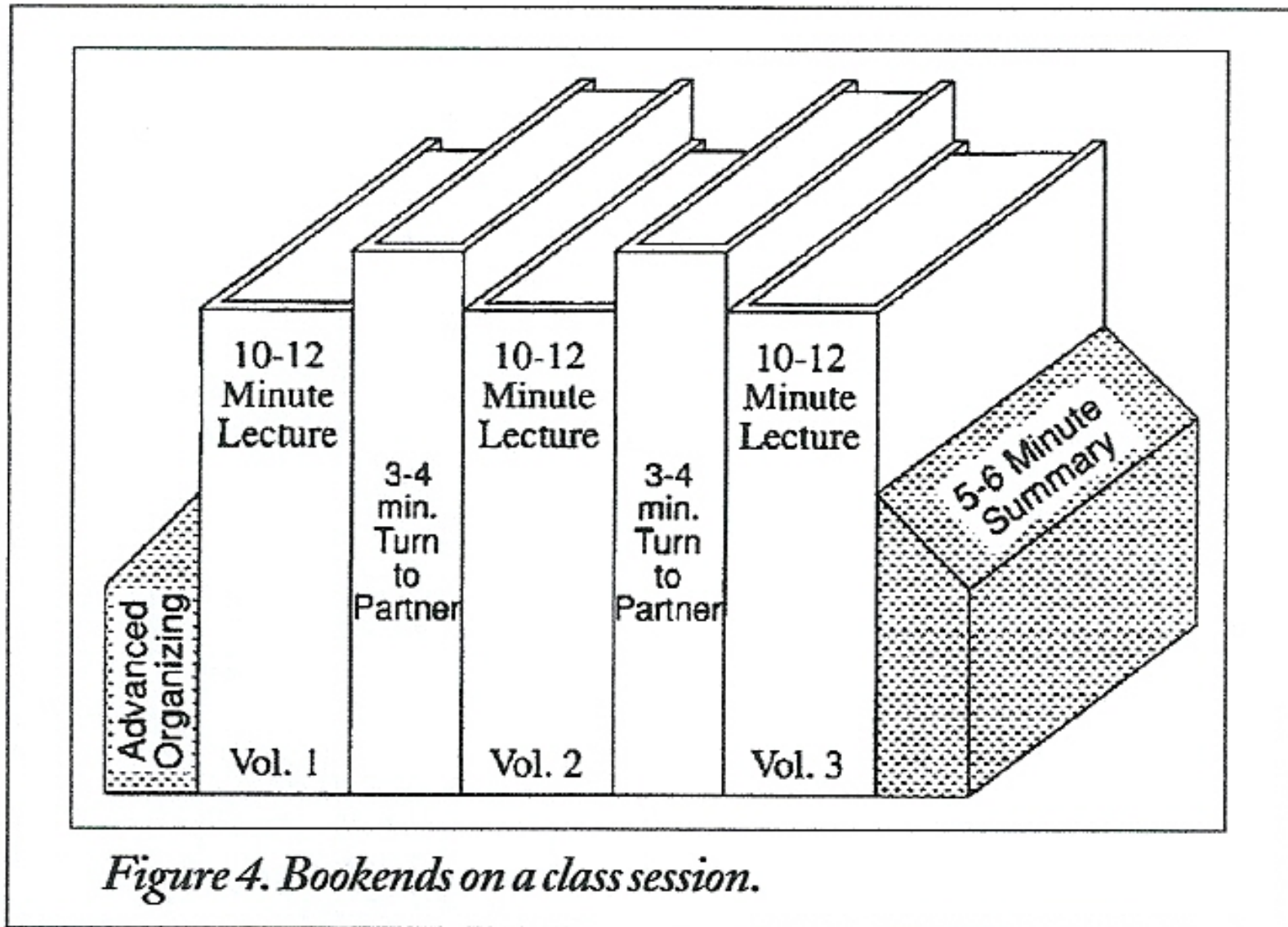
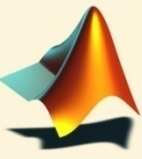


Figure 4. Bookends on a class session.

11. Sugerencias para clase magistral



6 tipos de preguntas (Bloom) (a utilizar en las clases magistrales) :

De conocimiento: (qué, quién, cuando, cómo, dónde, describir).

De comprensión: interpretar, describir con sus propias palabras, organización y selección de hechos e ideas.

De aplicación: resolución de problemas, poner un ejemplo de, decir cómo está relacionado con....., ¿por qué es importante...?

De análisis: identificar motivos, separación de un todo en sus partes componentes, clasificar de acuerdo con..., comparar/contrastar con....

De síntesis: crear un producto único, original, bien de forma verbal o un objeto físico. Combinación de ideas para formar una nueva totalidad. ¿Qué ideas puedes añadir? ¿Cómo crearías/diseñarías un nuevo...? ¿Qué podría ocurrir si combinas...? ¿Qué solución sugerirías para...?

De evaluación: Hacer juicios de valor sobre asuntos. Desarrollo de opiniones. ¿Estás de acuerdo con...? ¿Qué piensas sobre...? ¿Qué es lo más importante de ...? Colocar en orden de prioridad. ¿Qué criterios usarías para valorar...?





"One-minute" paper worksheet

Name: _____

Date: _____

Lecture title: _____

Directions: Take a moment to think about the lecture you have just attended, and then answer the following questions.

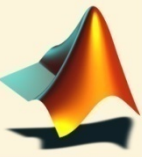
1. What was the most important thing you learned in today's lecture?

2. What question remains uppermost in your mind at the end of today's lecture?

3. What was the "muddiest point" in today's lecture?



11. Sugerencias para clase magistral



- Miniclases dadas por alumnos
- Olimpiadas
- Plantilla al principio de clase con lo que se va a explicar y preguntas clave a trabajar después por los alumnos.
- Tareas para casa, con tiempo en clase para comparar resultados.
- Dar algunas tareas que requieran niveles superiores de Bloom.
- Al hacer un problema, que indiquen en qué nivel se encuentra en la taxonomía de Bloom.
- Que dentro de una tarea se encuentre la formulación del enunciado de un problema que tenga que ver con lo enseñado en clase esa semana. Para conseguir la máxima nota, el problema debe pedir una comprensión profunda o pensamiento crítico y creativo.

alumnos tiempo procesamiento



11. Sugerencias para clase magistral

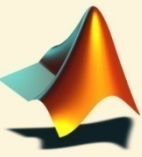


- Entusiasmo
- Respeto y confianza
- Expectativas altas en los estudiantes
- Variar métodos de enseñanza, que valga la pena ir
- Nivel adecuado
- Enfatizar conceptos importantes
- Ejemplos rápidos.
- Flexible, experimentar
- Pizarra = freno

Miniclases: cómo hacer presentaciones orales, cómo escribir...



11. Sugereencias para clase magistral



Phillips 66



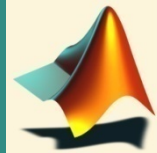
Role-playing

Brainstorming

*Reunirse en equipo es el principio,
Mantenerse en equipo es el
progreso, Trabajar en equipo asegura
el éxito. Henry Ford.*



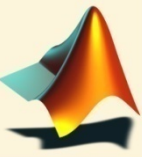
El papel del profesor.



- Observar el comportamiento de los grupos, resolver dudas, plantear nuevas cuestiones a cada grupo y a toda la clase de forma colectiva.
- Planificar y organizar la situación de aprendizaje
- Dinamizar grupos de aprendizaje
- Propiciar el aprendizaje autónomo: motivar, mediar, sugerir, aconsejar,..
- Enseñar estrategias
- Proveer de recursos y materiales
- Establecer una relación positiva y eficaz
- Acompañar y hacer el seguimiento de los procesos de aprendizaje
- Formar en competencias sociales
- Evaluar procesos y resultados de forma continua y final
- Promover el espíritu de investigación y de trabajo.
- Asesorar, orientar y ayudar a superar los momentos críticos.
- Crear un clima de comunicación en el grupo.
- Ayudar al alumnado a reflexionar sobre la actividad desarrollada en el grupo.



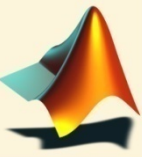
12. SOBRE LA EVALUACIÓN.



- Los exámenes sólo dan información sobre niveles de abstracción bajos del proceso de aprendizaje (Bloom): recordar, comprender...
- El AC, ABP.. Se centran en niveles altos: aplicación, análisis, síntesis, evaluación...
- Técnicas para valorar **conocimientos**: exámenes, ejercicios, trabajos....
- Técnicas para valorar **conductas** (habilidades, prácticas,...): guías de observación (listas de control y escalas de valoración), pruebas de grupo, pruebas situacionales....
- Técnicas para valorar **actitudes**: observación, guías de obs.
- Que los sistemas de evaluación tengan relación directa con lo que hace normalmente un ingeniero



12. SOBRE LA EVALUACIÓN.

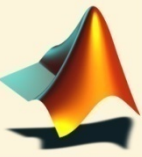


- Listas de control
- Escalas de valoración
- Evaluación de los trabajos en grupo: trabajo + calidad del trabajo en equipo+ **INDIVIDUALIZACIÓN DE LA NOTA**
- Portafolio del estudiante.

- ➔ Evaluación congruente (objetivos-metodología-actividades-evaluación)
- ➔ Criterios-matrices de valoración
- ➔ Evaluación plural: amplia gama de procedimientos
- ➔ Evaluación continua y formativa
- ➔ Evaluación compartida: autoevaluación, coevaluación..



12. SOBRE LA EVALUACIÓN.



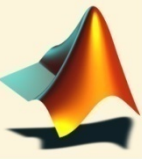
El alumno aprende según sea la evaluación.

Debe:

- Ser un proceso sistemático, planificado y riguroso.
- Ser coherente con el planteamiento de enseñanza-aprendizaje desarrollado, abarcando aquellas parcelas o ámbitos (conceptual, procedimental y actitudinal) consideradas durante el mismo.
- Ser válida, es decir, que aporte información sobre lo que se pretende, de manera que, en última instancia, permita constatar si el proceso de enseñanza-aprendizaje en su conjunto está siendo adecuado o no.
- Ser eficaz, permitiendo la recogida de gran cantidad de información, aunque sin excesivos requerimientos temporales que perjudiquen la viabilidad de su empleo.
- Debe conducir a la toma de decisiones, tanto para el establecimiento de las calificaciones finales como para el aporte de feedback al alumno acerca del desarrollo del proceso.



12. SOBRE LA EVALUACIÓN.



Los exámenes sólo dan información sobre niveles de abstracción bajos del proceso de aprendizaje (Bloom): recordar, comprender...

El AC, ABP.. Se centran en niveles altos: aplicación, análisis, síntesis, evaluación...

-Técnicas para valorar **conocimientos**: exámenes, ejercicios, trabajos....

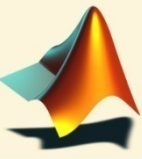
-Técnicas para valorar **conductas** (habilidades, prácticas,...): guías de observación (listas de control y escalas de valoración), pruebas de grupo, pruebas situacionales

-Técnicas para valorar **actitudes**: observación, guías de obs.

Que los procedimientos de evaluación tengan relación con la actividad futura de un ingeniero. ¿Su trabajo fundamental va a ser hacer exámenes?



12. CRITERIOS PARA ADAPTAR UNA ASIGNATURA.

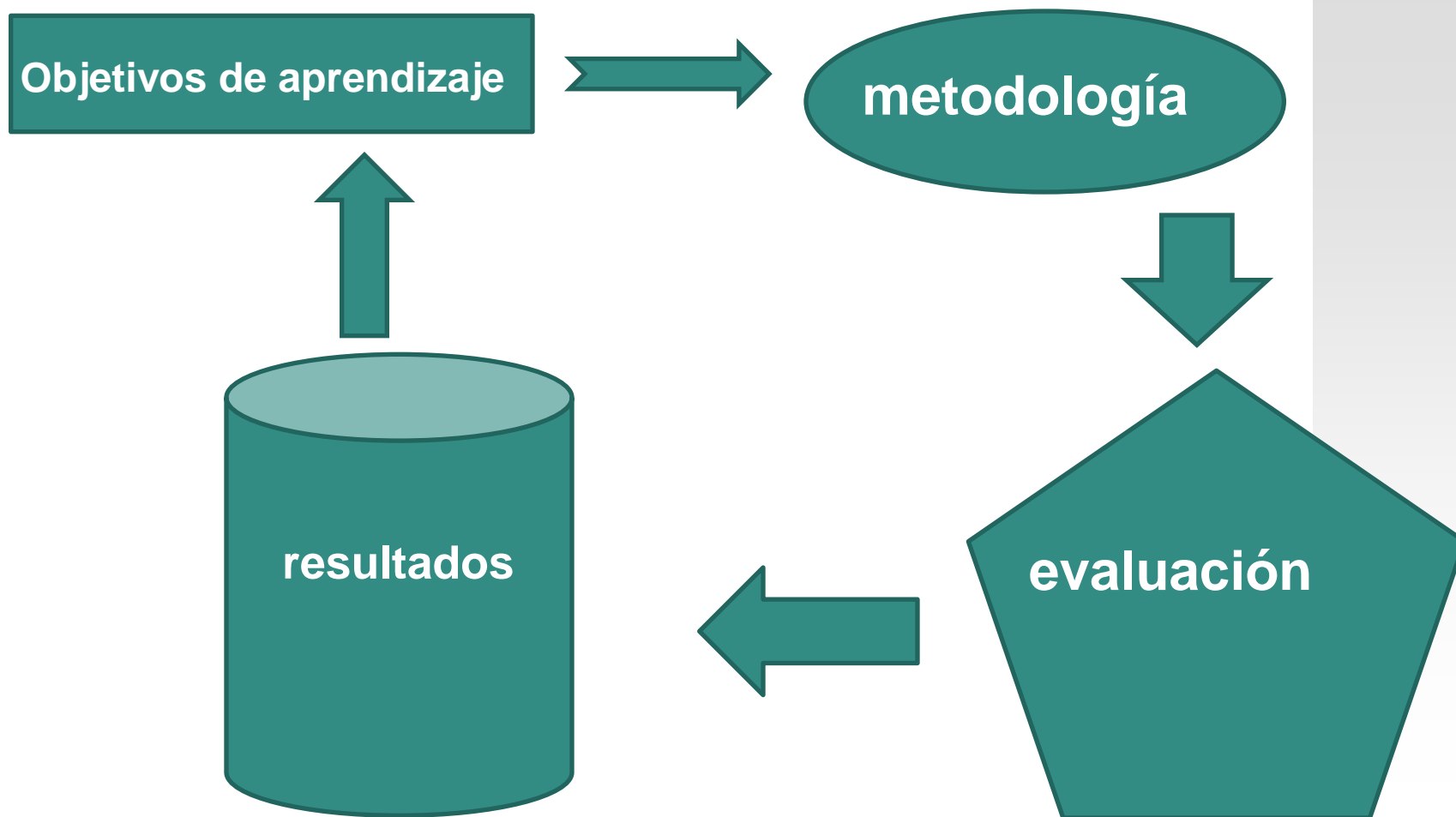
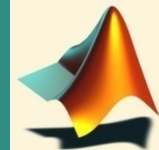


“Prepara un programa de actividades de las que el alumno no pueda escapar sin haber aprendido, consigue que haga estas actividades, y, si llega al final, apruébalo.”

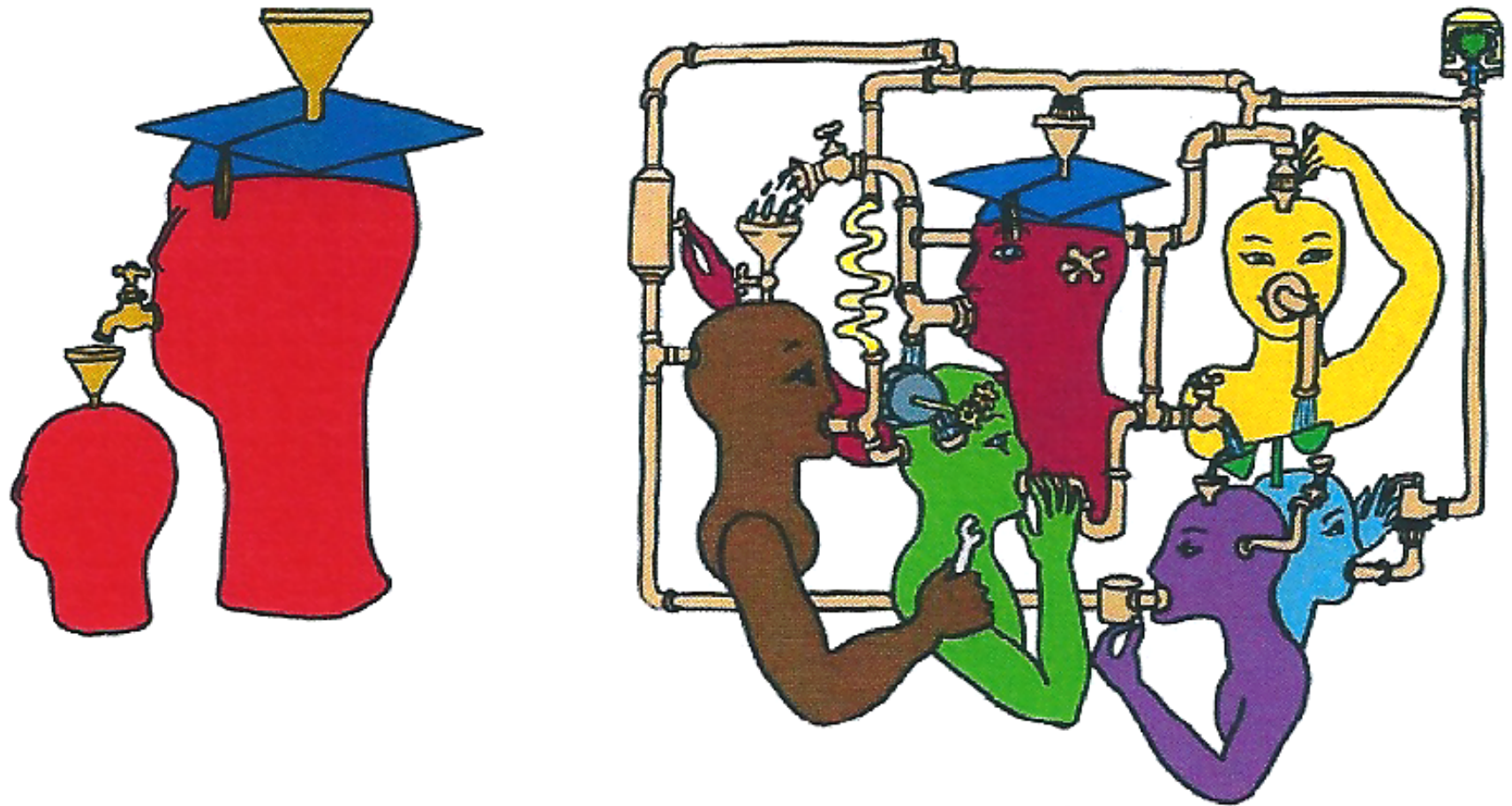
- Definir objetivos de aprendizaje
- Constitución de los grupos. Tamaño, forma de hacerlos. Roles.
- Qué deben hacer dentro y fuera de clase
- Establecer entregas. Tipo de interdependencia positiva. Pasos asequibles, pero con final ambicioso.
- Establecer mecanismos de retroalimentación.
- Acciones para los alumnos con necesidades.
- Plan de recogida de datos sobre la marcha del curso.
- Diseñar el método de calificación



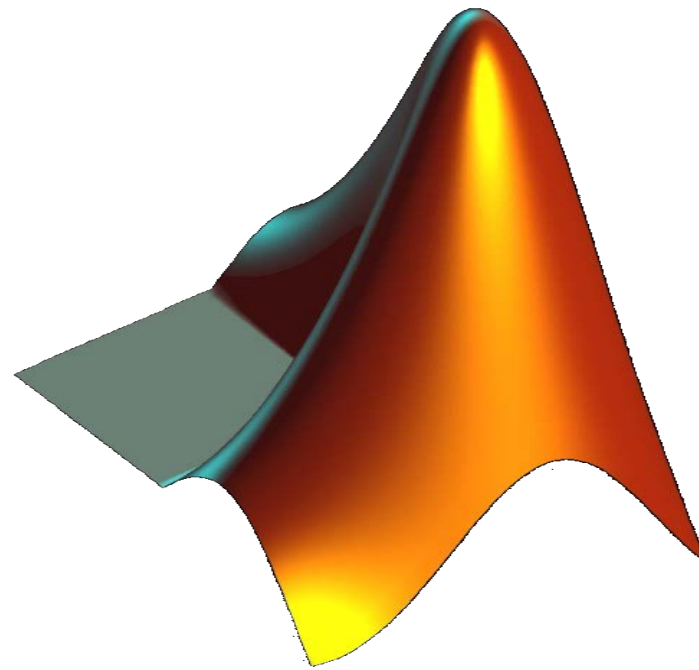
13. RESUMEN



Karl Smith's Innovation Story: Cooperative Learning



Illustrations by Lila M. Smith, ca. 1975



una visión sobre la educación en ingeniería

¡Gracias!

¿Alguna Pregunta?

