

“If the rate of change on the outside exceeds the rate of change on the inside, the end is near”

(Jack Welch, Presidente y director ejecutivo de General Electric desde 1981 a 2001 )

## Proyecto integrado de primero a cuarto curso de Ingeniería Química

Josep Font

Responsable del Grado de Ingeniería Química  
(en representación de todos los participantes)



Departament d'Enginyeria Química,



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química,



Universitat Rovira i Virgili de Tarragona

# Antecedentes: las competencias

## Ingeniería Química, 1972 *"Cualidades y conocimientos de un buen ingeniero químico"*

### GRUPO I.

Madurez mental y con sentido de la responsabilidad de la repercusión de las acciones a corto y medio plazo.

Madurez biológica; mínimo, veintitrés-veinticinco años.

Servicio militar cumplido.

Lectura fluida del inglés.

Rodaje social, con experiencia práctica de la vida industrial.

Capacidad de valoración económica de los resultados de los actos propios y ajenos.

Espíritu de búsqueda, estudio y seguimiento de novedades técnicas.

Interpretación y búsqueda de datos y documentación técnica.

Espíritu de formación de equipo y adaptación al trabajo en grupo.

Fuente: Presentación de Claudi Mans en las XXII JIQ (2004)

# Antecedentes: las competencias

PRESTIGIOSA MULTINACIONAL DEDICADA AL DESARROLLO, FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ESPECIALIDADES QUÍMICAS DE APLICACIÓN EN VARIADOS SECTORES INDUSTRIALES Y CARACTERIZADA POR SU GRAN DINAMISMO, DIVERSIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO, PRECISA PARA SU FILIAL EN LOS ALREDEDORES DE BARCELONA:

## Jefe Ventas Sector Químico

COATINGS, LUBRICANTES, DETERGENCIA, COSMÉTICA, ETC.

Se **responsabilizará**, por una parte, de la dirección y coordinación de su equipo de ventas (implementando objetivos y estrategias; planificando ventas y canales, animando y motivando al equipo comercial, etc.).

Por otra parte, se ocupará **personalmente** del mantenimiento y potenciación de una consolidada cartera de clientes con los que deberá de establecer una fluida relación comercial (atendiéndoles y asesorándoles desde un punto de vista técnico, asegurando el cumplimiento de objetivos, detectando nuevas necesidades e introduciendo nuevos productos, etc.).

**Tendrá** como objetivo final el incremento de ventas y de la rentabilidad de las operaciones comerciales de su división.

El **puesto** es adecuado para un candidato/a que aporte una buena **FORMACIÓN DE BASE QUÍMICA** (Lcdo./a Químicas, Ingeniero/a Tcº/S Químico o equivalente), y acredite experiencia en funciones similares dentro del sector químico. Muy valorable conocimientos Idioma Inglés y/o Francés. Habitado a trabajar con soporte informático.

**Buscamos** una persona con gran capacidad de negociación, talante de mánager, perseverante, riguroso, capaz de trabajar con elevado grado de autonomía dentro de un equipo y que sepa generar confianza y credibilidad de cara al cliente y sus colaboradores.

**Remuneración** muy competitiva, a negociar, incluido coche de empresa. **Excelentes** expectativas de proyección y desarrollo profesional.

AGRADECEREMOS ENVÍE URGENTEMENTE C.V. A LA **REF. 094.518** DEL E-MAIL: [ofertrab@abzrosvel.com](mailto:ofertrab@abzrosvel.com) O A: [www.abzrosvel.com](http://www.abzrosvel.com) O AL FAX: 93 439 68 64, AV. J. TARRADELLAS, 147, 08029-BARCELONA

*(Contactaremos con los candidatos adecuados en 7 días aprox.)*

Fuente: Presentación de Claudi Mans en las XXII JIQ (2004)

XXIX JORNADAS DE INGENIERÍA QUÍMICA, 8-10 de septiembre de 2011

Departament d'Enginyeria Química, Universitat Autònoma de Barcelona

# Antecedentes: las competencias

**Problem Solver**  
**Technical Project Manager**  
Sellafield, West Cumbria - Starting salary £28,040

The UK nuclear industry is undergoing unprecedented change, and as a leading provider of nuclear services worldwide, BNFL is preparing to embrace the challenges a competitive international market brings. We're looking for technical expertise and leadership qualities to take us forward and currently have a vacancy for a Technical Project Manager. You'll want to develop your talents in an organisation that recognises its people as its key resource and invests in them accordingly. At the same time, you'll welcome a culture of change in an environment underpinned by quality, health and safety.

A Graduate Chemist or Chemical Engineer, with, or working towards, chartered status and a background of at least 2 years' experience, you'll take a significant role in a variety of activities covering a range of technical issues and processes. These will include plant investigation, technical assessment, as well as managing front-end R&D and design work in the engineering functions.

Whilst analytical skills and technical problem solving are essential, you'll also be an adept communicator, able to work with academics, process operators and senior management. Team management experience would also be useful. Although specific nuclear experience is not essential, applicants are particularly

welcome from the oil/gas, petrochemicals, chemicals, power generation, pharmaceuticals and other highly regulated environments.

As well as variety and challenge, we offer the training and development you'd expect from a leading global organisation. If you want to share in our investment and vast knowledge base, please e-mail your CV to [bnfl@tmp.com](mailto:bnfl@tmp.com). Alternatively, please write to: BNFL Response Management, Chancery House, 53-64 Chancery Lane, London WC2A 1QS. Please quote reference 26861/CHE.

Closing date 31st October 2002.



Fuente: The Chemical Engineer, October 2002, Issue 736

## Antecedentes: las competencias

Químicos, Biólogos, Bioquímicos, Ingenieros Químicos,  
Farmacéuticos o Licenciados en Ciencias de la Salud



**¡QUEREMOS IMAGINACIÓN!**

[jvinardell@bioiberica.com](mailto:jvinardell@bioiberica.com)

Fuente: Presentación de Claudi Mans en las XXII JIQ (2004)

XXIX JORNADAS DE INGENIERÍA QUÍMICA, 8-10 de septiembre de 2011

Departament d'Enginyeria Química, Universitat Autònoma de Barcelona

## Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)

### Criteria for Accrediting Applied Science Programs, 2011-2012 Review Cycle

- a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and applied sciences
- b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data
- c) an ability to formulate or design a system, process, or program to meet desired needs
- d) an ability to function on multidisciplinary teams
- e) an ability to identify and solve applied science problems
- f) an understanding of professional and ethical responsibility
- g) an ability to communicate effectively
- h) the broad education necessary to understand the impact of solutions in a global and societal context
- i) a recognition of the need for and an ability to engage in life-long learning
- j) a knowledge of contemporary issues
- k) an ability to use the techniques, skills, and modern scientific and technical tools necessary for professional practice

## Antecedentes: experiencias previas

### ◆ 1986- Licenciatura de Ciencias Químicas (esp. Química Industrial, Facultad de Química de Tarragona, UB)

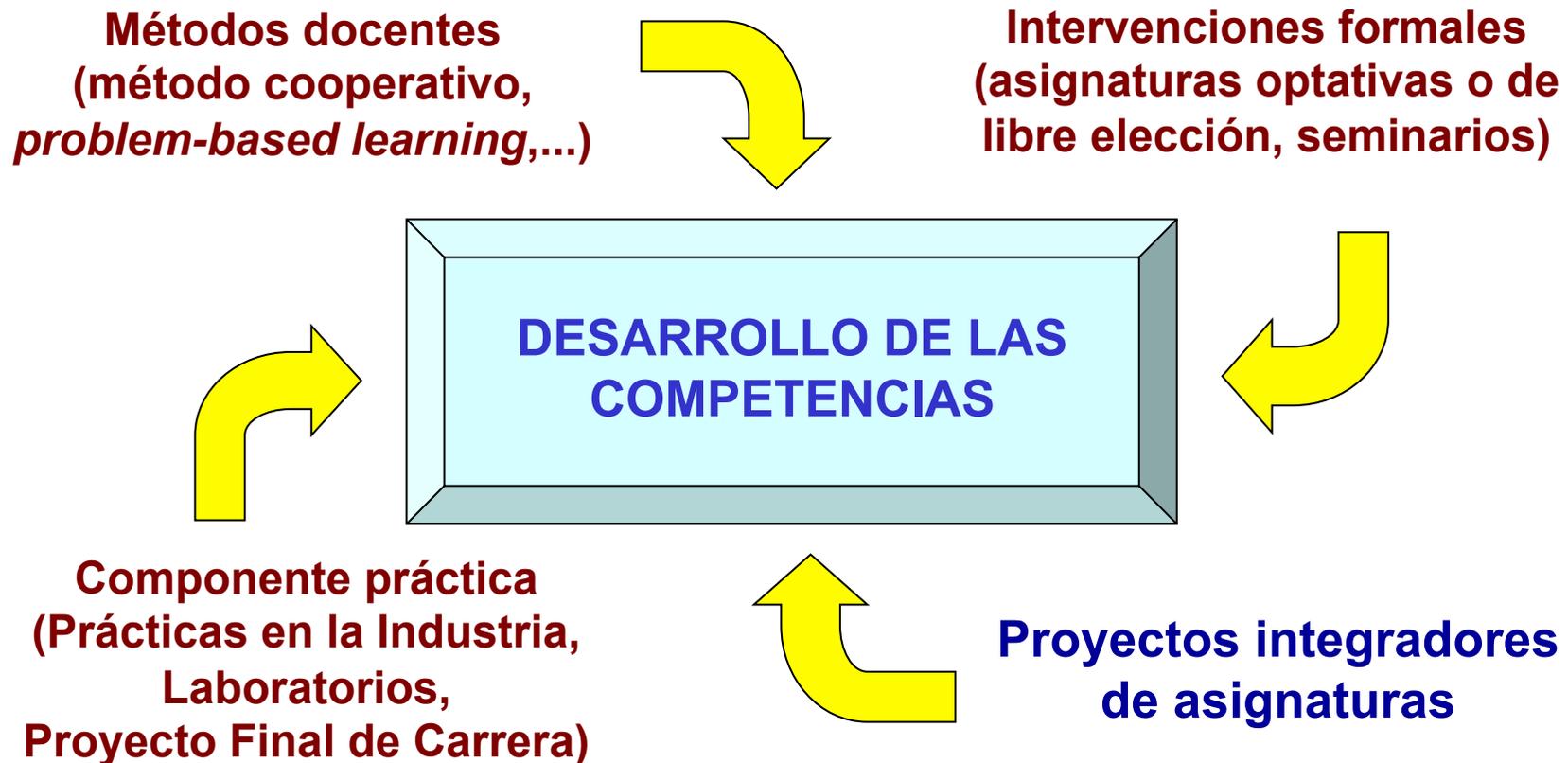
- Giralt, F.; Medir, M.; Thier, H.; Grau, F.X. "A holistic approach to the ChE education. Part 1. Professional and issue-oriented approach" *Chem. Eng. Ed.* 28: 122-127 (1994).
- Giralt, F.; Fabregat, A.; Farriol, X.; Grau, F.X.; Giralt, J.; Medir, M. "A holistic approach to the ChE education. Part 2. Approach at the introductory level" *Chem. Eng. Ed.* 28: 204-213 (1994).

### ◆ 1996- Ingeniería Química (ETSEQ, URV)

- Giralt, F.; Herrero, J.; Grau, F.X.; Alabart, J.R.; Medir, M. "Two way integration of engineering education through a design project" *J. Eng. Ed.* 89: 219-229 (2000).
- Witt, H.J.; Alabart, J.R.; Giralt, F.; Herrero, J.; Vernis, L.; Medir, M. "A competency-based educational model in a chemical engineering school" *Int. J. Eng. Ed.* 22: 218-235 (2006).
- Alabart, J.R.; Witt, H.-J. "Managing the transition of first-year students to a competency-based educational model" *Int. J. Eng. Ed.* 23: 941-945 (2007).
- Özgen, S. "Exploratory search for relevant features of the impact of leadership on team performance" Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili (2010) <http://hdl.handle.net/10803/8592>

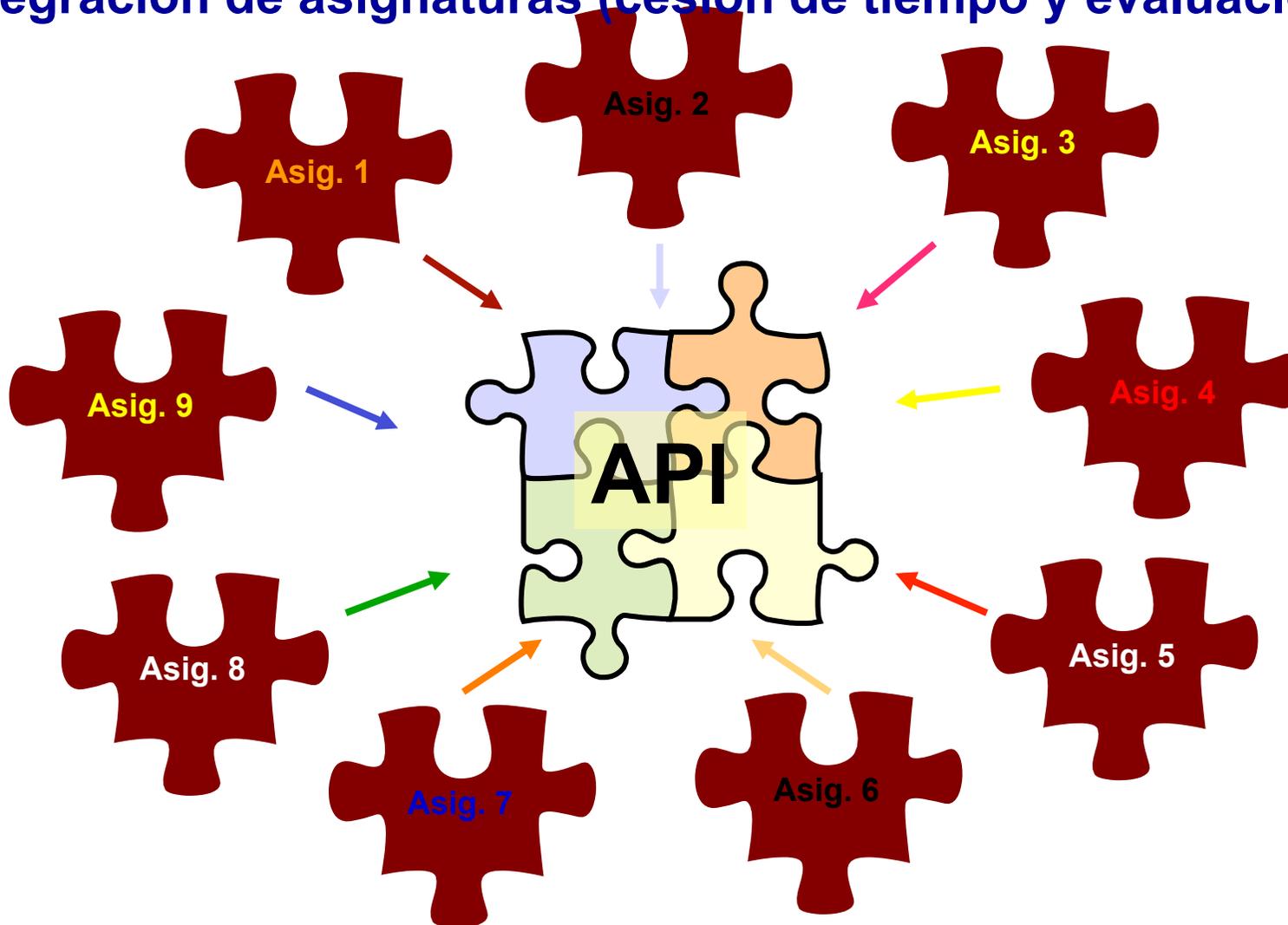
# Antecedentes: experiencias previas

## ¿Cómo potenciar las capacidades sociales?



## Antecedentes: experiencias previas

### Integración de asignaturas (cesión de tiempo y evaluación)



## Dificultades

A la hora de implantarlo, tanto profesores como estudiantes pasamos por las diferentes etapas asociadas al “trauma y al dolor”. A saber:

- Conmoción (“No me lo puedo creer...”)
- Negación (“Esto no puede estar pasando...”)
- Lucha emocional (“No lo podré hacer...”)
- Resistencia y abandono (“Yo no juego a esto...”)
- Asimilación y exploración (“Si otros lo hacen...”)
- Retorno de la confianza (“Pues funciona...”)
- Integración y éxito (“Lo hice...”)

# Antecedentes: experiencias previas

## Despliegue de proyectos integrados



<b>Proyecto</b>	<b>Formación</b>	<b>Contenidos</b>
1 <sup>r</sup> curso (AP1-4)	Trabajo en equipo	Química, Balances, Transferencia...
2 <sup>o</sup> curso (AP2)	Comunicación i relaciones humanas	Termodinámica, Cinética, Calor...
3 <sup>r</sup> curso (AP3)	Desarrollo de la organización	Operaciones Unitarias, Reactores, Control...
4 <sup>o</sup> curso (AP1-4)	Liderazgo y gestión	Dirección de Proyectos
5 <sup>o</sup> curso (PFC)	Supervisión y evaluación	Diseño de planta (visible)

# Antecedentes: experiencias previas

## Ventajas

- ◆ Visión global de un proceso de fabricación a escala industrial.
- ◆ Aplicación de forma integrada de los conocimientos proporcionados en un curso para el diseño preliminar de una planta química.
- ◆ Análisis de los problemas en un contexto amplio, teniendo en cuenta no tan solo componentes técnicos o científicos.
- ◆ Establecimiento de la toma de decisiones, crítica y responsable, como un elemento más de las obligaciones profesionales del ingeniero.
- ◆ Práctica efectiva del trabajo en equipo y el liderazgo.
- ◆ Reforzamiento de la necesidad de la comunicación oral y escrita eficiente como componente básica de la actividad profesional.
- ◆ Introducción del interés, la curiosidad, el pensamiento crítico y el espíritu innovador y creativo.

# Antecedentes: experiencias previas

## ¿Inconvenientes?

- ◆ Las asignaturas no poseían el control total sobre el aprendizaje de los contenidos.
- ◆ El estudiante debía tomar responsabilidad sobre su aprendizaje y también el de sus compañeros.
- ◆ La actividad disponía de muchos grados de libertad.
- ◆ La organización era compleja debido a que no era una asignatura.
- ◆ No existía un reconocimiento docente real de la dedicación.
- ◆ No aparecía de forma explícita en el curriculum.

Aún así, esta estructura, después de un periodo de transición, se aplicó de forma estable desde el curso 2001/02 y hasta ahora.

Reconocimiento externo:

- Premio Consell Social URV a la Qualitat en la Docència, 2001.
- Distinció Vicens Vives de la Generalitat, 2001.
- Premio del Consejo de Coordinación Universitaria del MECD a las “Experiencias de Mejora del II Plan de Calidad de las Universidades”, 2002.

# Antecedentes: experiencias previas

## ¿Éxito?



Equipo de API 1-4 galardonado

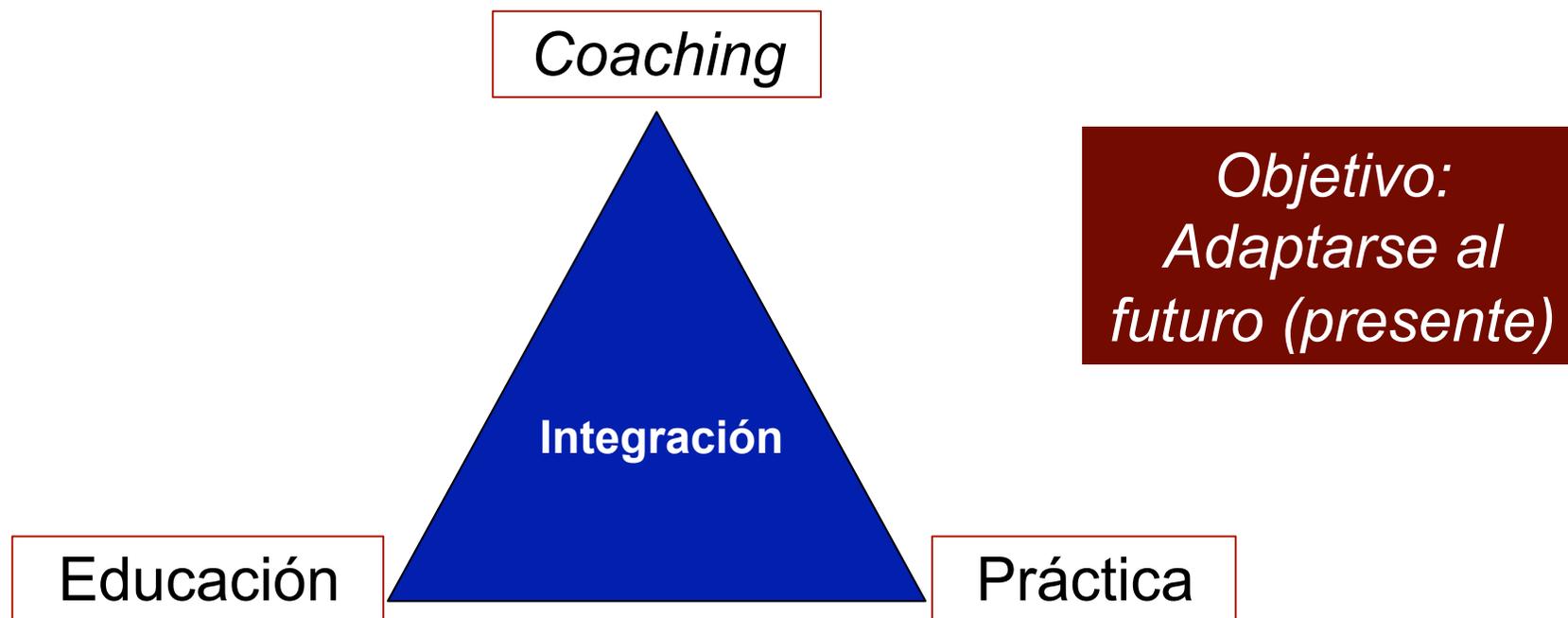
Algunos de los líderes



# Presente: el Entorno Virtual Profesional

## Un cambio de paradigma

- ◆ Crear un entorno de **aprendizaje activo**
- ◆ Conseguir que el estudiante acepte un nuevo nivel de responsabilidad: ***empowerment***

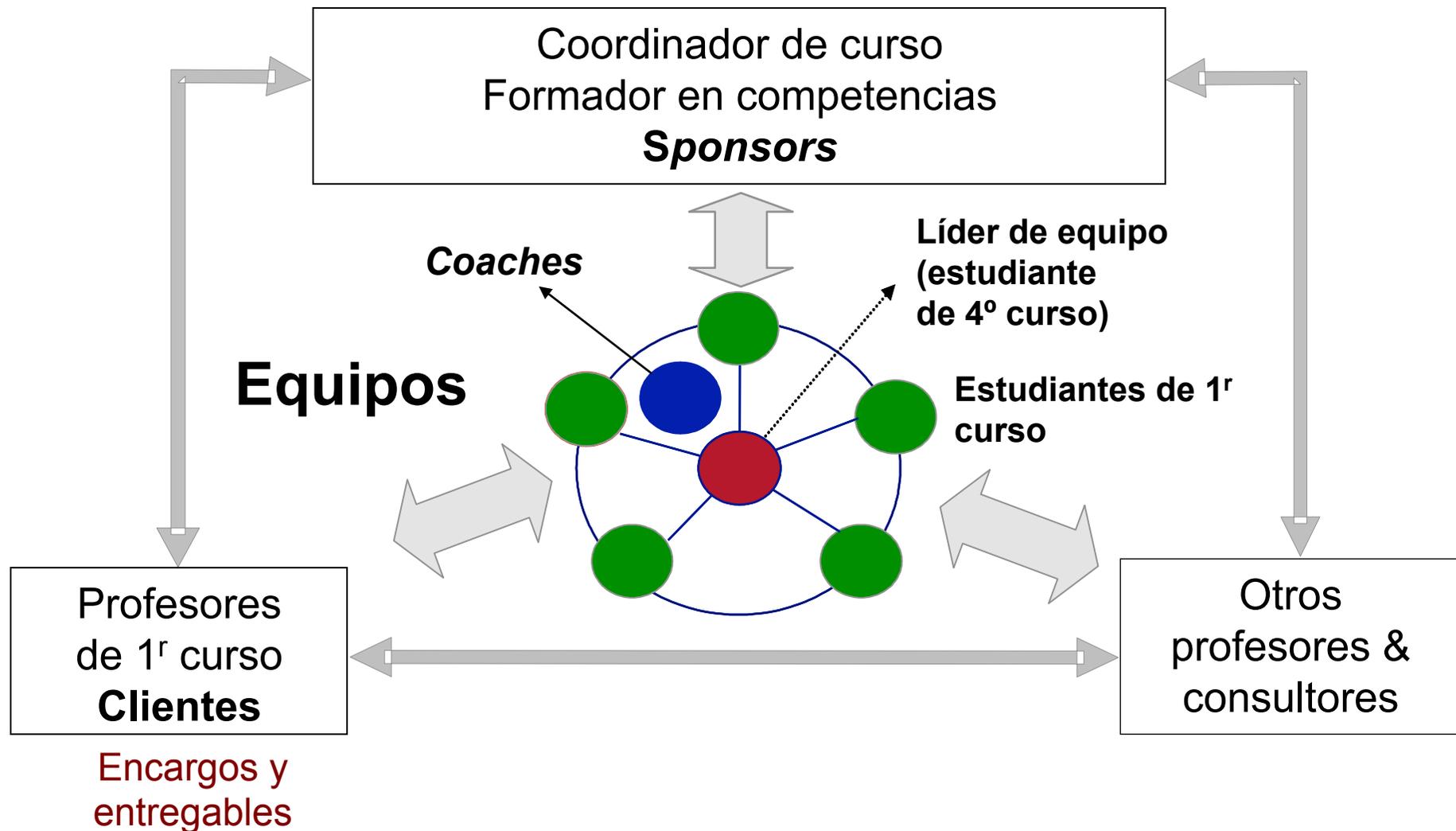


## Adaptación al nuevo Grado de Ingeniería Química

- ◆ Mantiene los principios básicos de la anterior estructura.
- ◆ Incorpora el API a una asignatura “conductora”.
- ◆ Asimila el API a un laboratorio.
- ◆ Libera al resto de asignaturas.
- ◆ Estructura un plan de desarrollo competencial.
- ◆ Potencia la formación específica (estudiantes y profesores).
- ◆ Genera un marco de evaluación competencial de los estudiantes.
- ◆ Incorpora toda la evaluación competencial del grado.

# Presente: el Entorno Virtual Profesional

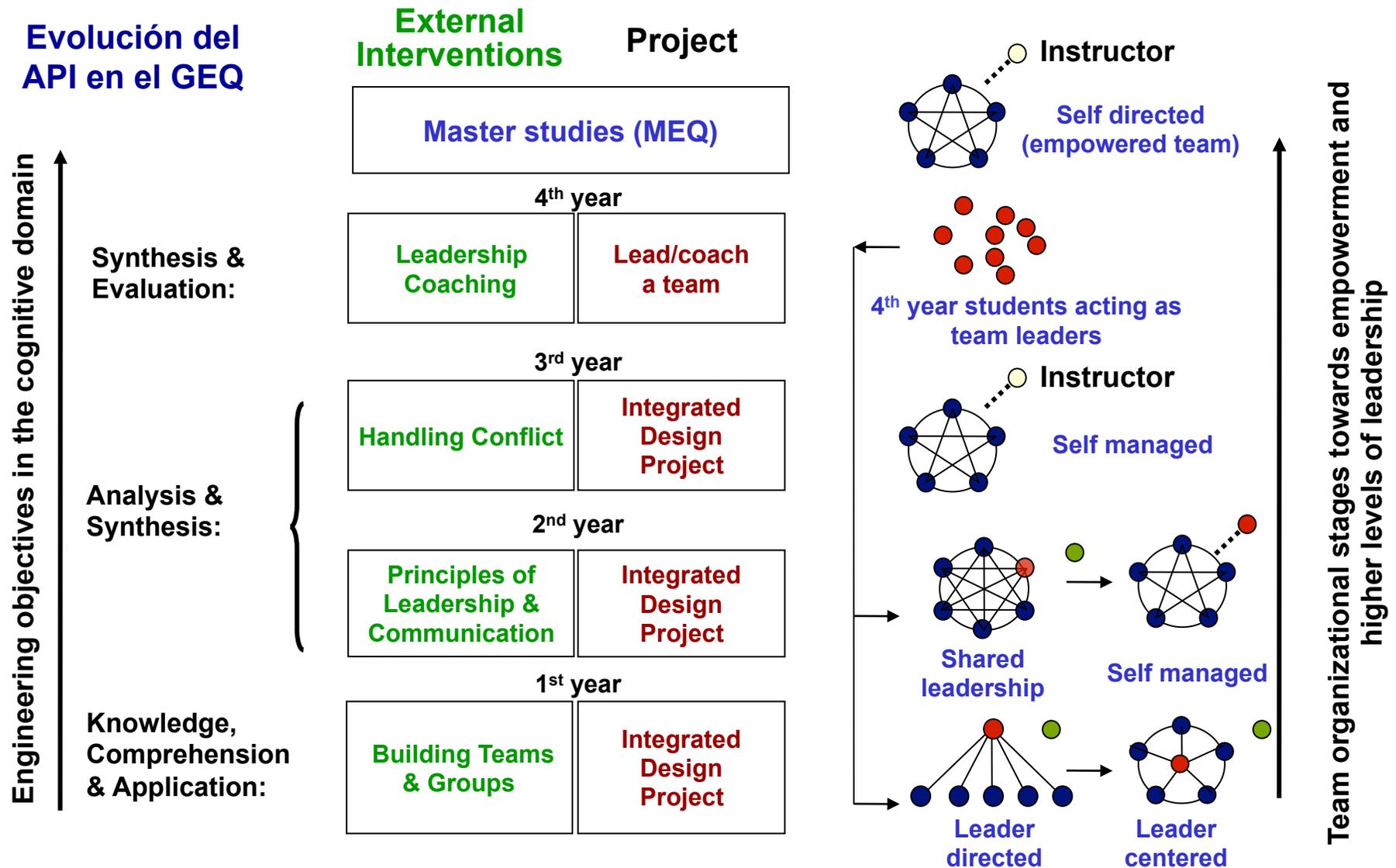
## Ejemplo: API 1-4



## El API 1-4

- ◆ Forma parte de la asignatura anual “Fundamentos de Ingeniería de Proceso”.
- ◆ La asignatura tiene 4,5 créditos de contenidos propios, 1,5 de formación en competencias y 3,0 (laboratorio) dedicados al API.
- ◆ El definición del API como laboratorio permite trabajar con grupos pequeños y reconocer la actividad docente.
- ◆ La coordinación merece 6,0 créditos.
- ◆ Los profesores de seguimiento (tutores) disponen de 2,5 créditos.
- ◆ Los profesores consultores también tienen 0,5 créditos.
- ◆ En la calificación de la asignatura, la componente competencial tiene un peso relevante.
- ◆ Calificación resultante de la información recogida por los tutores y líderes, la revisión de informes y una defensa-presentación.

# Presente: el Entorno Virtual Profesional



# Presente: el Entorno Virtual Profesional

## El coach

What it is not	What it is
A supervisor	A trainer
A police man	An instructor
A technical expert	A facilitator for social skills
An executer of orders	A provider of honest feedback
A local HR person	A consultant

# Presente: el Entorno Virtual Profesional

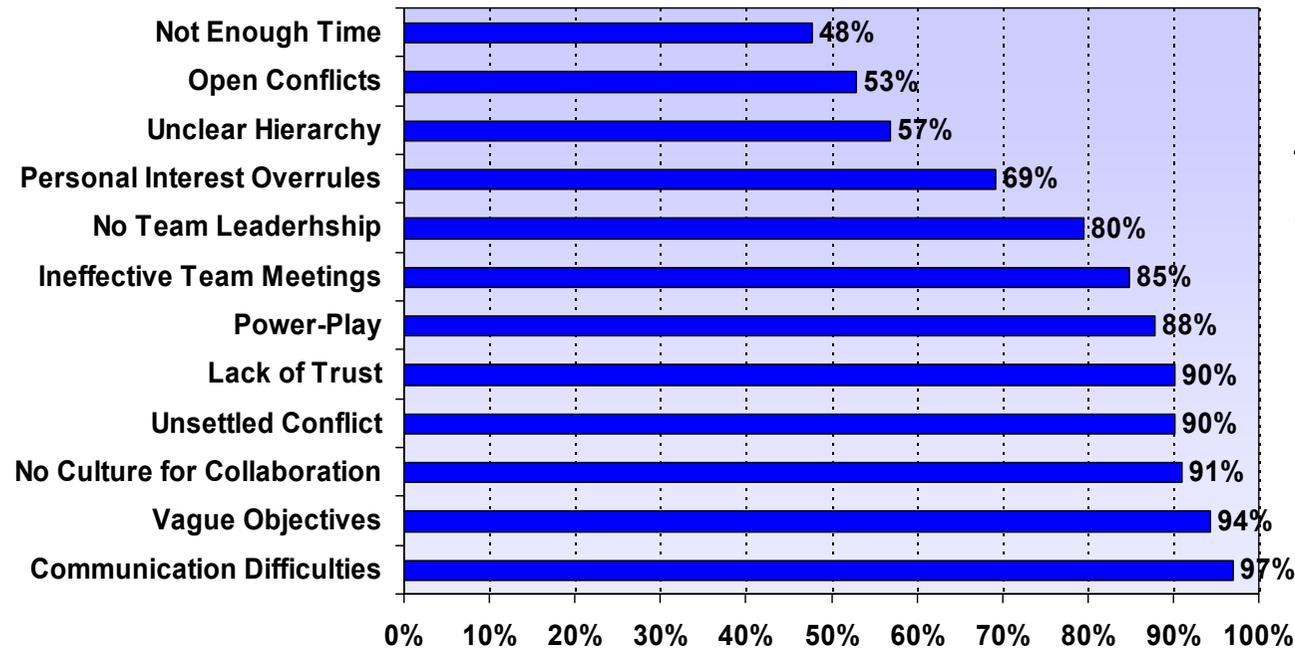
## Formación específica en competencias sociales

	Team role	Strengths	Allowable weaknesses
Action oriented roles	 <b>Shaper</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Challenging, dynamic, thrives on pressure</li> <li>• The drive and courage to overcome obstacles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prone to provocation</li> <li>• Offends people's feelings</li> </ul>
	 <b>Implementer</b> (company worker)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disciplined, reliable, conservative and efficient</li> <li>• Turns ideas into practical actions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Somewhat inflexible</li> <li>• Slow to respond to new possibilities</li> </ul>
	 <b>Completer finisher</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Painstaking, conscientious, anxious</li> <li>• Searches out errors and omissions</li> <li>• Delivers on time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclined to worry unduly</li> <li>• Reluctant to delegate</li> </ul>
People oriented roles	 <b>Co-ordinator</b> (Chairman)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mature, confident, a good chairperson</li> <li>• Clarifies goals, promotes decision-making, delegates well</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can often be seen as manipulative</li> <li>• Off loads personal work</li> </ul>
	 <b>Teamworker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co-operative, mild, perceptive and diplomatic</li> <li>• Listens, builds, averts friction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indecisive in crunch situations</li> </ul>
	 <b>Resource investigator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrovert, enthusiastic, communicative</li> <li>• Explores opportunities</li> <li>• Develops contacts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Over-optimistic</li> <li>• Loses interest once initial enthusiasm has passed</li> </ul>
Cerebral roles	 <b>Plant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creative, imaginative, unorthodox</li> <li>• Solves difficult problems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ignores incidentals</li> <li>• Too pre-occupied to communicate effectively</li> </ul>
	 <b>Monitor evaluator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sober, strategic and discerning</li> <li>• Sees all options</li> <li>• Judges accurately</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lacks drive and ability to inspire others</li> </ul>
	 <b>Specialist</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Single-minded, self-starting, dedicated</li> <li>• Provides knowledge and skills in rare supply</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contributes only on a narrow front</li> <li>• Dwells on technicalities</li> </ul>

Belbin, R. Meredith (2003), Management teams: why they succeed or fail, 2nd Ed, Butterworth Heinemann, Oxford  
 Belbin, R. Meredith (1996), Team roles at work, Butterworth Heinemann, Oxford

# Presente: el Entorno Virtual Profesional

## Formación específica en competencias sociales



Factores clave y su importancia en el fracaso de los equipos de trabajo

Source: Harzburger Akademie für Führungskräfte, Lufthansa Magazine, 09/2004

“Sloppiness of language both reflects and reinforces the sloppiness of underlying thoughts.”

George Orwell

## Formación de trabajo en equipo



## Evaluación de las competencias

- ◆ Los métodos tradicionales son útiles para la evaluación de las competencias técnicas.
- ◆ La evaluación de las competencias **sociales** presentes actualmente en el currículum requiere la observación continuada de **comportamientos**.
- ◆ Se precisa una estructura que permita la **observación individual** de estos comportamientos.
- ◆ Número limitado de competencias.
- ◆ **Descriptor**es de comportamiento para valorar el nivel.
- ◆ Observaciones realizadas por los propios estudiantes en el sí del equipo de trabajo, por el líder y por los profesores tutores.
- ◆ Asignación del nivel competencial del alumno por el coordinador del API. El nivel competencial formará parte del **portafolio**.

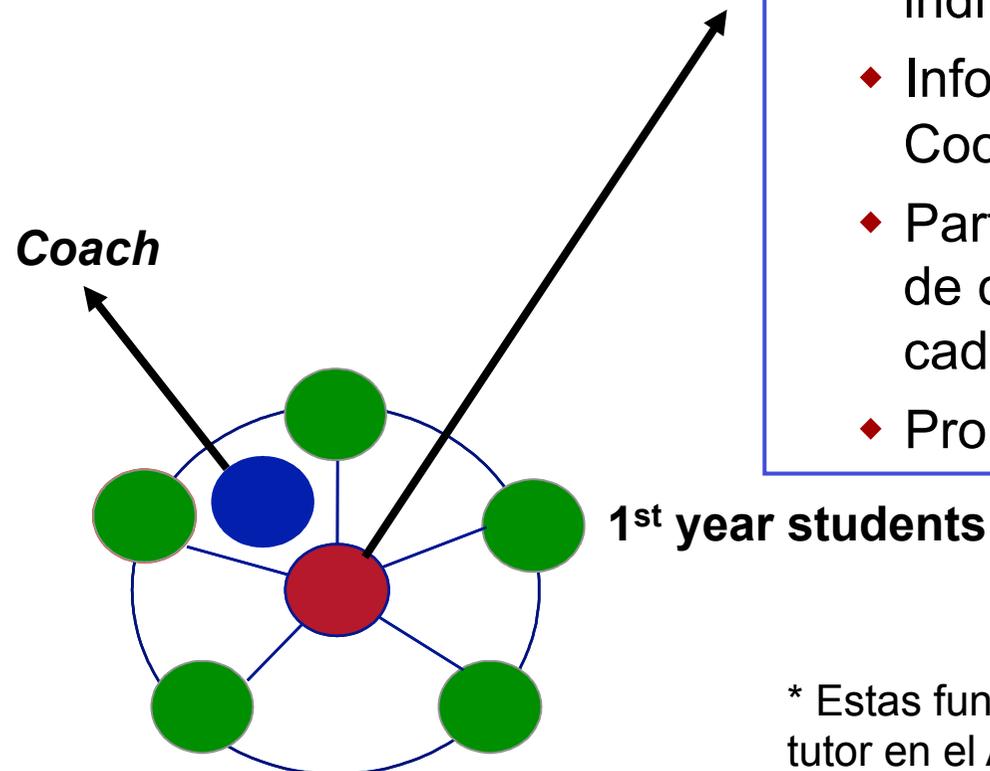
# Presente: el Entorno Virtual Profesional

## Evaluación de las competencias

	<b>Competencias</b>
A1	Técnicas
A2	Profesionales
B1	Interacción humana y versatilidad
B2	Liderazgo facilitativo
B3	Trabajo en equipo
B4	Aprendizaje activo
B5	Iniciativa e innovación
C1	Comunicación
C2	Sociedad

## Evaluación de las competencias

Ejemplo: API 1-4



### ◆ Líder del equipo

- ◆ Observa comportamientos individuales\*.
- ◆ Informa las observaciones al Coordinador.
- ◆ Participa en la asignación del nivel de cada competencia social para cada estudiante.
- ◆ Proporciona *feedback*.

\* Estas funciones son incorporadas por el profesor tutor en el API2 i API3.

## Conclusiones

- ◆ Los APIs permiten la incorporación natural de las habilidades necesarias para la práctica de la ingeniería:
  - ◆ **Integración del conocimiento** en la resolución de problemas reales.
  - ◆ Procesos de **toma de decisiones** en el aula.
  - ◆ Introducción de **habilidades sociales**: responsabilidad ética, liderazgo, trabajo en equipo, comunicación efectiva, resolución de conflictos.
  - ◆ Despliegue de actividades **profesionales** durante la educación.
- ◆ Centra el **protagonismo** del aprendizaje en el alumno.
- ◆ Aplica técnicas de **aprendizaje efectivo**.



“ I can only show you the door. You're the one that has to walk through it”  
Morpheus, The Matrix (1999)

## Presente: el Entorno Virtual Profesional

- ◆ El modelo educativo es el fruto del esfuerzo, dedicación y experiencia acumulada por todos los profesores de la ETSEQ durante años.
- ◆ El modelo es exportable y fácilmente adaptable a estudios similares de nuestro ámbito.
- ◆ Se dispone de un conjunto de *know-how* acumulado, apoyado en la experiencia y la investigación actual sobre métodos efectivos en la educación superior.

## Gracias por su atención



Departament d'Enginyeria Química



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química



Universitat Rovira i Virgili de Tarragona