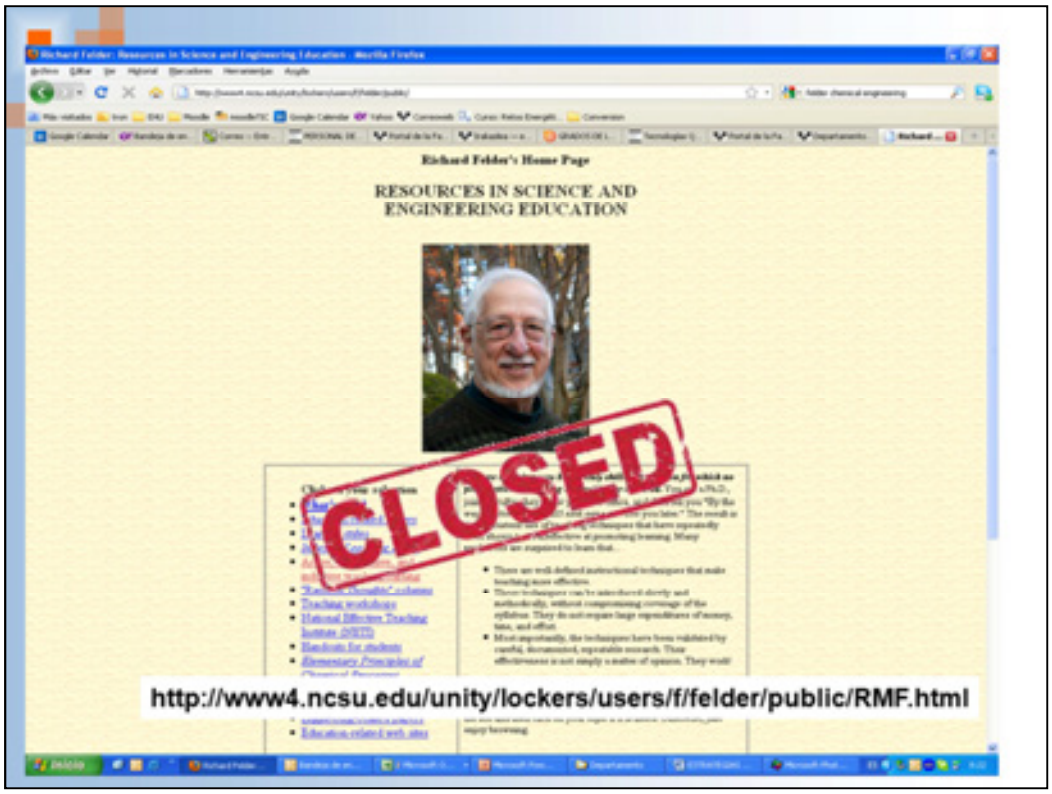
Para mi es un placer volver a estar en una nueva edición del CIDIQ juntarme con compañeros profesores de Ingeniería Química y compartir entre todos nuestras experiencias e ideas en la enseñanza de la Ingeniería Química. He asistido a la mayoría de los ediciones anteriores con alguna que otra comunicación. Esta vez, quiero agradecer a la organización esta invitación para ofrecer esta plenaria. Espero que lo os voy a contar os resulte interesante y cumpla vuestras expectativas.

Algunos ya me conocéis. Para los que no me conocéis, me llamo Asier Aranzabal.

Soy Profesor de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología del Campus de Leioa de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (a pocos kilómetros de Bilbao)

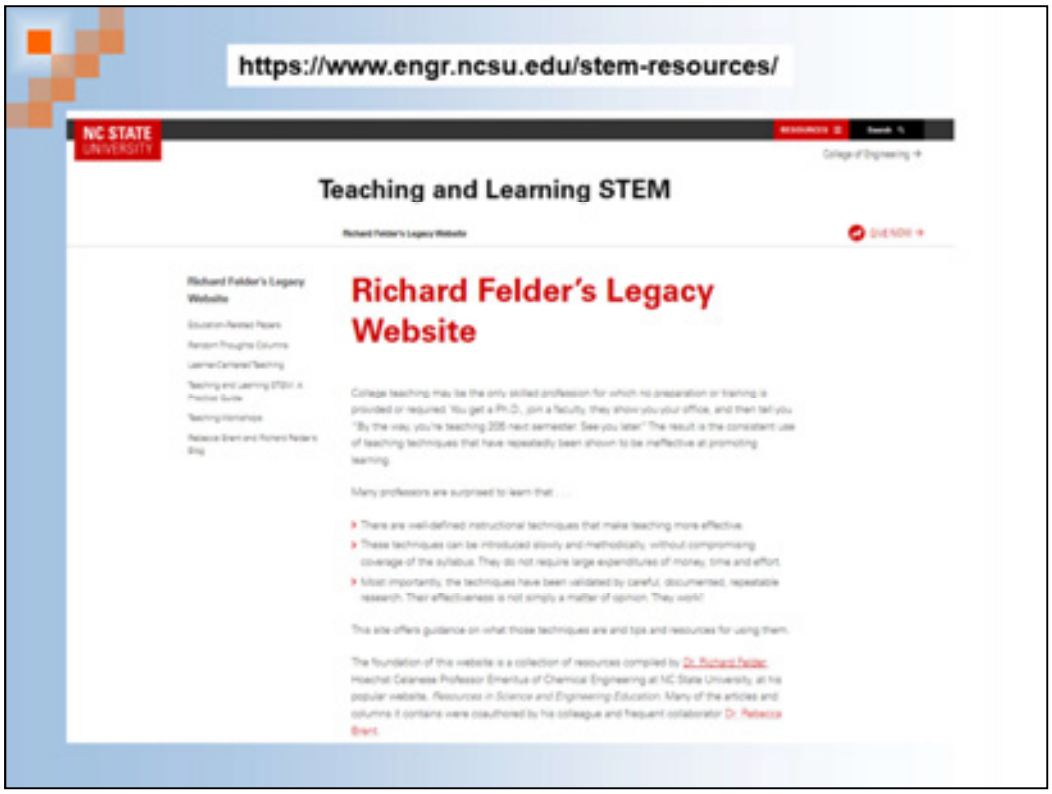
El título que he elegido para mi conferencia es Camino al Aprendizaje Activo y Cooperativo. En primer lugar quisiera poneros en contexto de porqué he elegido este título y qué es lo que os quiero contar.

Mi acercamiento a las metodologías activas, surgió al de unos cinco-seis años de empezar como profesor, como consecuencia una desilusión del tipo de enseñanza-aprendizaje y de resultados inferiores a los esperados. Mi forma de impartir clases era básicamente por imitación de cómo lo hicieron mis profesores y de cómo aprendí como alumno. Y probablemente mi error fue asumir que los alumnos podían ser como yo (alumno – profesor) y no darme cuenta de la diversidad que tenía delante.

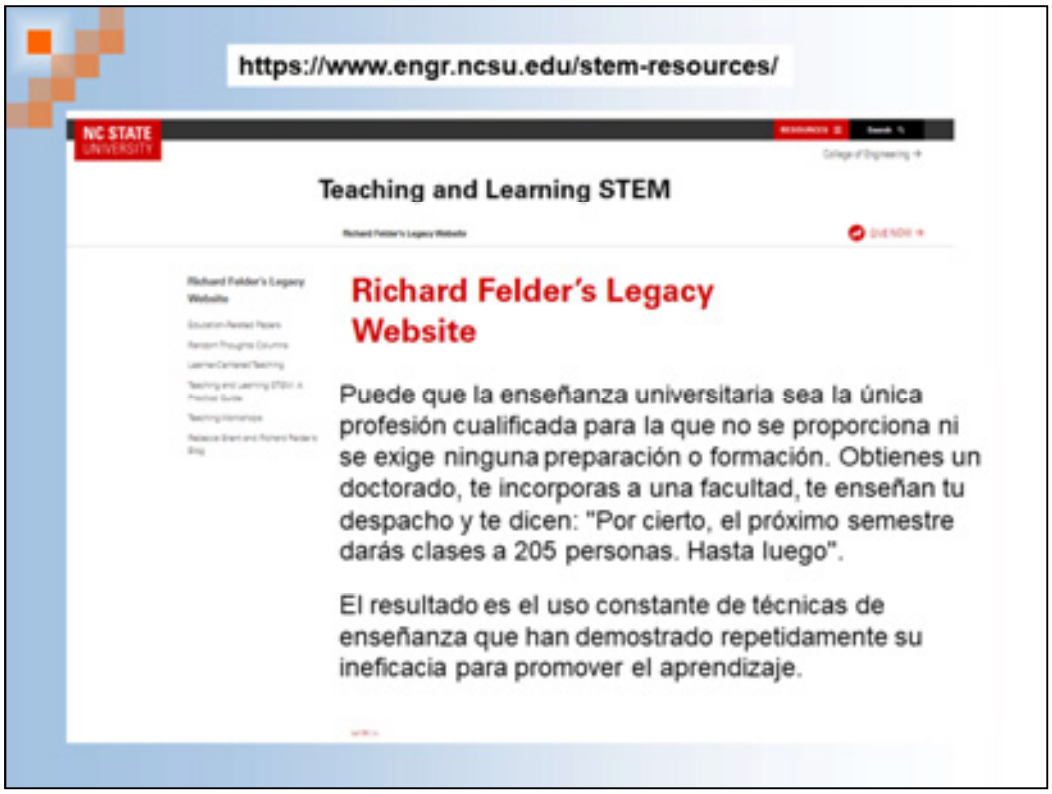


Aproximadamente en el 2005-06, me topé con la página web del profesor de Ingeniería Química, Richard Felder (North Caroline State University) en la que se proporcionan claves para el aprendizaje activo y cooperativo en Ciencia e Ingeniería. Ahí es cuando empecé a estrujarme el cerebro sobre cómo podía implementar sus consejos y técnicas.

Actualmente el profesor Felder tiene 83 años. Esta pagina web fue clausurada en 2018, a la que ha sustituido esta otra:



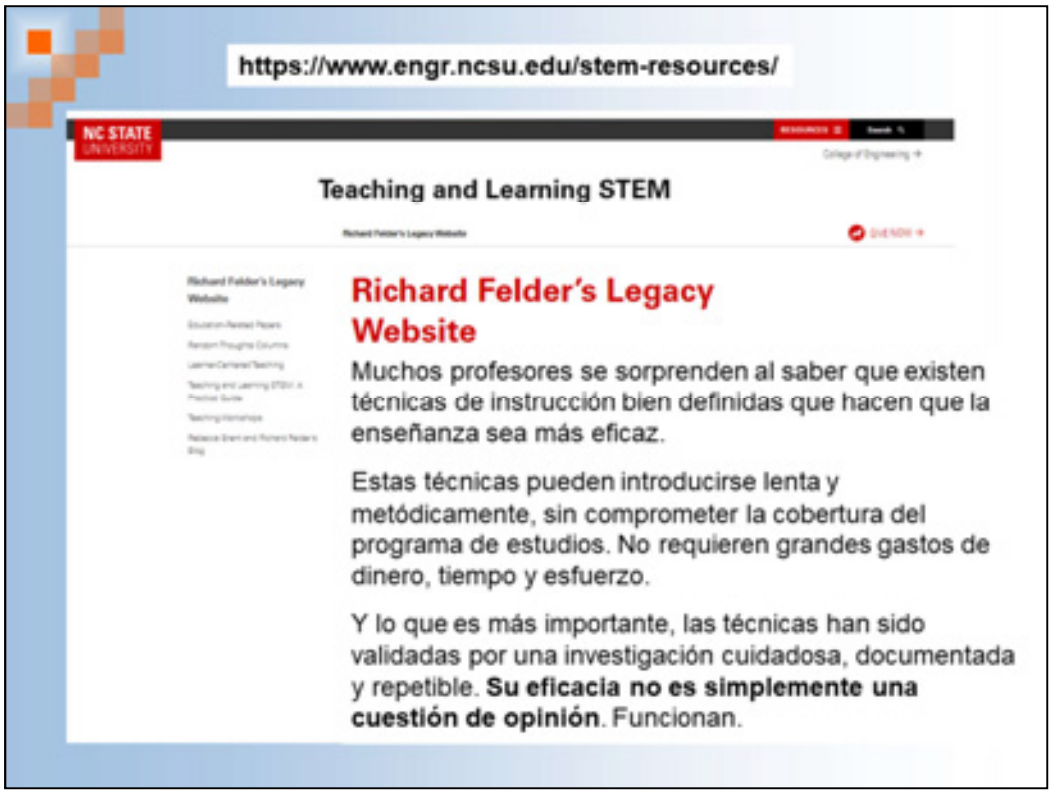
En las primeras palabras del Profesor Felder está la primera de las 3 claves de mi conferencia. Esta es la primera.



Puede que la enseñanza universitaria sea la única profesión cualificada para la que no se proporciona ni se exige ninguna preparación o formación. Obtienes un doctorado, te incorporas a una facultad, te enseñan tu despacho y te dicen: "Por cierto, el próximo semestre darás clases a 205 personas. Hasta luego".

El resultado es el uso constante de técnicas de enseñanza que han demostrado repetidamente su ineficacia para promover el aprendizaje.

Esto es lo que me pasó a mi, y es lo que observo que aun está pasando con la contratación de nuevos profesores.



El profesor Felder siguie……

EL PAÍS

Educación SILIÓ, ELISA . El Pais ; Madrid [Madrid]. 24 Feb 2022: 27.

INFANTIL Y PRIMARIA · SECUNDARIA, BACHILLERATO Y FP · UNIVERSIDADES

LOSU >

Los nuevos profesores de universidad recibirán un curso inicial para aprender a enseñar

La ley que prepara el departamento de Subirats obligará a los docentes ayudantes doctor a pasar por un programa de metodologías. El ministro recuerda que leer la tesis no convierte al investigador en un buen maestro

El ministro de Universidades, Joan Subirats, pretende incluir en el proyecto de la Ley Orgánica para el Sistema Universitario (LOSU) un punto que obligue a los nuevos profesores a formarse como enseñantes, pues en la actualidad imparten clase sin ninguna formación pedagógica, a diferencia de los profesores de colegio o instituto.

En la actualidad, la docencia quita a estos recientes doctorados mucho tiempo -los funcionarios se centran en la investigación, pues son estos méritos los que les permiten seguir progresando en su carrera- y tienen que hacer un gran esfuerzo para sacar horas para hacer ciencia, criterio imprescindible para la criba de la agencia de evaluación

desde 2009, un máster en formación de profesorado. En cambio, la universidad se ha centrado tanto en la ciencia que muchos creen que se ha descuidado la docencia. Subirats sostiene que una universidad no puede ser solo una academia que imparte clase o un laboratorio en el que se investiga, sino que hay que llegar a un equilibro. Por

Parece que el nuevo Ministro de Universidades está en linea con el profesor Felder. Mientras preparaba esta conferencia, me llegó la siguiente noticia publicada en el país.

La segunda clave está relacionada con la importancia de la formación pedagógica del profesorado a la que alude el Ministro de Universidades, y con mi trayectoria en la formación de profesorado universitario en metodologías activa, y en todo lo que he aprendido durante ese tiempo

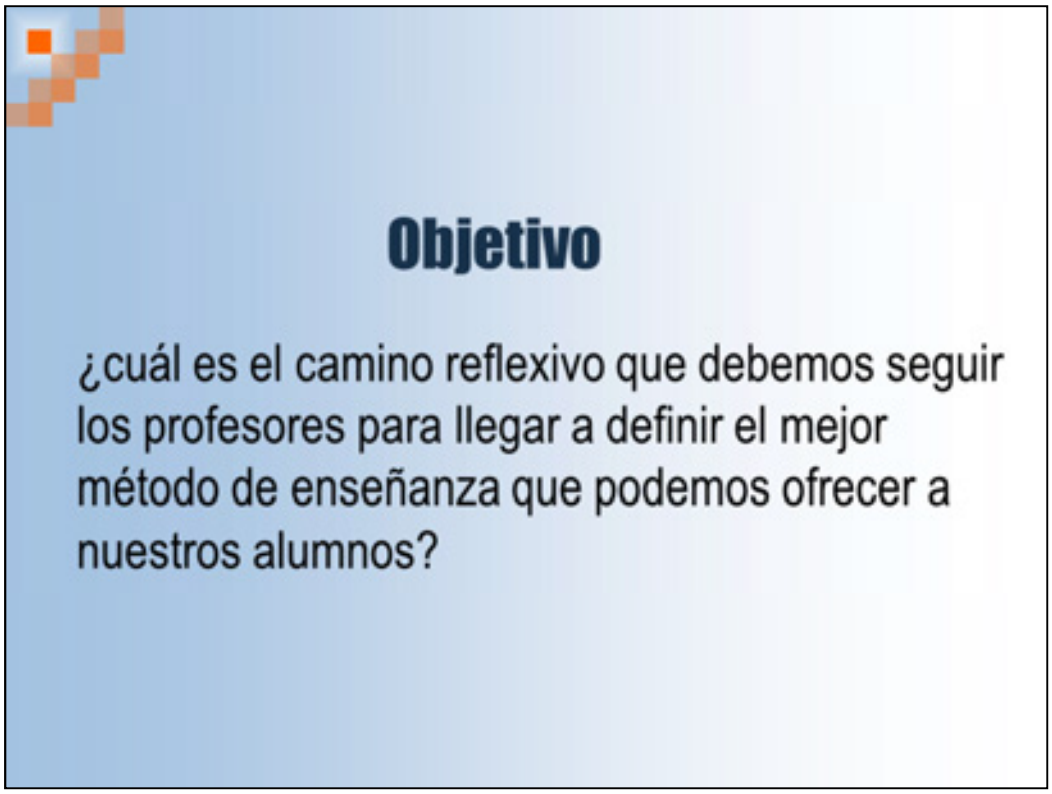
Empecé como instructor de Moodle junto a un grupo de profesores de área de conocimiento muy diferentes, pero que coincidíamos en la opinión de que Moodle servía para algo más que colgar apuntes y recoger trabajos online.

Después tuve la oportunidad de participar en el programa BEHATU (en euskara significa observar), que me permitió viajar a la Universidad de McMaster en Canadá, con otro grupo de profesores de la UPV/EHU y aprender in situ la metodología aprendizaje basado en problemas o PBL. McMaster es la Universidad donde nació el PBL. Otros fueron a la Universidad de Aalborg (Dinamarca) y otros a la Universidad de Monterrey (México)

Con la colaboración de los participantes de BEHATU, se puso en marcha el programa de formación de profesorado, ERAGIN (impulsar, influir, mover…) centrado principalmente en las metodologías activas ABCasos, ABProblemas y ABProyectos. Participe como mentor de muchos profesores para que transformasen sus asignatura, o parte de ella en una de las tres modalidades.

Este programa duro 6 años, y durante este tiempo pude observar cómo profesores con asignaturas de áreas de conocimiento muy diferentes, (por ejemplo, ciencias políticas) conseguían transformar su docencia relativamente tradicional en aprendizaje basado en proyectos, que fue mi especialidad.

Por último, durante otros 5 años más, he estado impartiendo El Taller de aplicación de Metodologías Activas en colaboración Urtza Garai (Profesora de Ciencias de la Educación) y mi compañera del dpto., aquí presente, Eva Epelde)



Puesto el contexto,(todavía no he dicho nada de la tercera clave) no pretendo que mi conferencia sea una lista de qué hacer y no hacer con las metodologías activas. Soy consciente que cada profesor tiene en el aula un contexto muy particular, una asignatura particular, un número de alumnos particular, un estilo de docencia particular, etc. Tampoco pretendo que sea una conferencia de diversas metodologías activas.

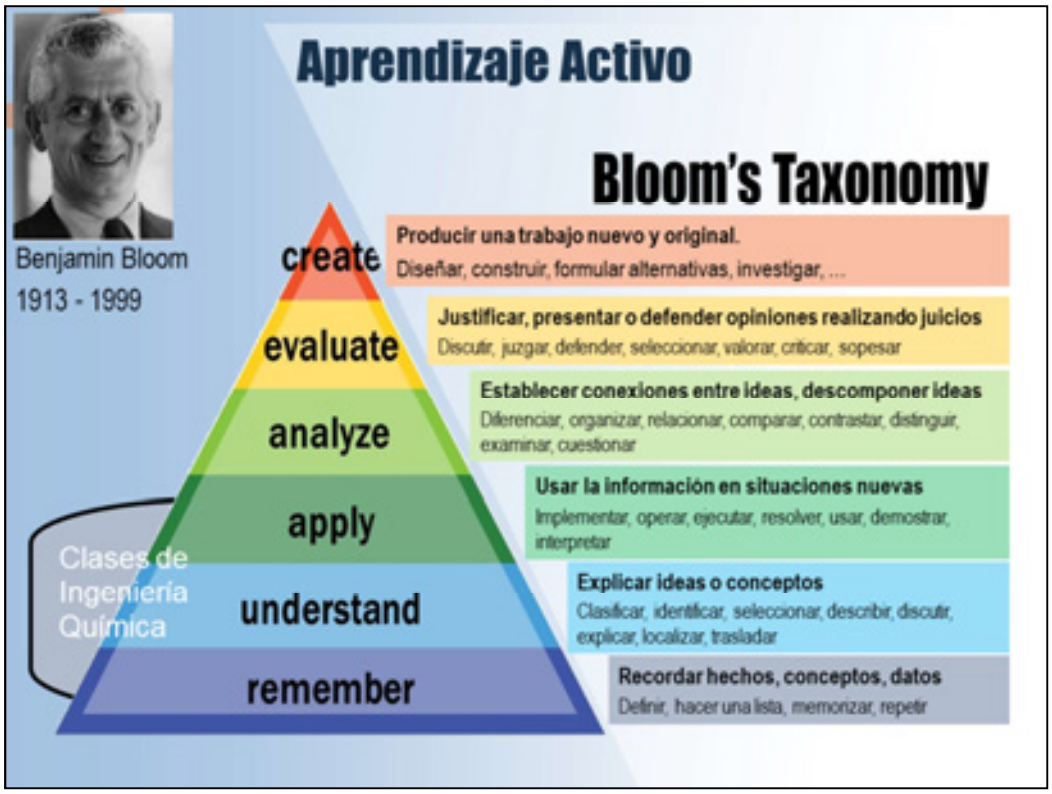
Los años que hemos estado impartiendo formación sobre metodologías activas, creo que mis compañeros y compañeras y yo hemos aprendido **cuál es camino reflexivo que debemos seguir los profesores para llegar a definir el mejor método de enseñanza que podemos ofrecer a nuestros alumnos**. Este es el objetivo de mi conferencia.

Los profesores sabemos que despertar el interés de los alumnos por la materia que se enseña es esencial para el éxito de la enseñanza y el aprendizaje.

Una de las formas más eficaces de lograr este objetivo es implicar activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

También sabemos que el conocimiento no se recibe, sino que se construye (esto lo hemos experimentado todos lo que estamos en esta sala. Al finalizar nuestra tesis doctoral teníamos un conocimiento muy amplio y profunde del tema nuestra investigación. Ese conocimiento no la recibimos, la construimos nosotros mismos).

Y cuando se construye se utilizan habilidades cognitivas de alto nivel identificadas en la Taxonomía de Bloom y **tienen un enorme impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.**



Y es de eso de lo que quiero hablar, ya que La taxonomía de Bloom es la base para implementar el aprendizaje activo

La taxonomía de Bloom es una jerarquía de objetivos de aprendizaje clasificados en orden de complejidad. La taxonomía sirve para planificar y evaluar, no para explicar como se aprende

El nivel cognitivo más bajo de la acción de aprender implica recordar hechos, conceptos, datos, etc. Los alumnos utilizan este tipo de aprendizaje para preparar la parte de un examen de teoría, donde saben que se les **va a preguntar que desarrollen lo que han memorizado sobre** características de reactores químicos, o que hagan una lista de operaciones basadas en la transferencia de materia. No implica entender, sólo recordar.

La acción de entender está en un nivel cognitivo algo superior. Por ejemplo, si el tipo de examen para el que se prepara hace preguntas tales como que explique la diferencia entre la transmisión de calor por convección y por conducción.

Si el alumno sabe que el examen será de tipo test con preguntas de clasificación, de identificación, de selección, **su forma de estudiar estará más orientado a entender.**

El tercer nivel es el de **aplicar**. Usar la información en situaciones nuevas. En la mayoría de las asignaturas de ingeniería química tienen un componente de resolución de problemas o ejercicios de aplicación, donde aplicamos los conceptos y las fórmulas que han aprendido en las clases de teoría. ¿verdad? También se usa este nivel cognitivo en las asignaturas de experimentación, ¿verdad? Consisten en implementar, operar, ejecutar, la información aprendida en las clases de teoría. Aplicar comprende también las acciones de interpretar, demostrar, etc.

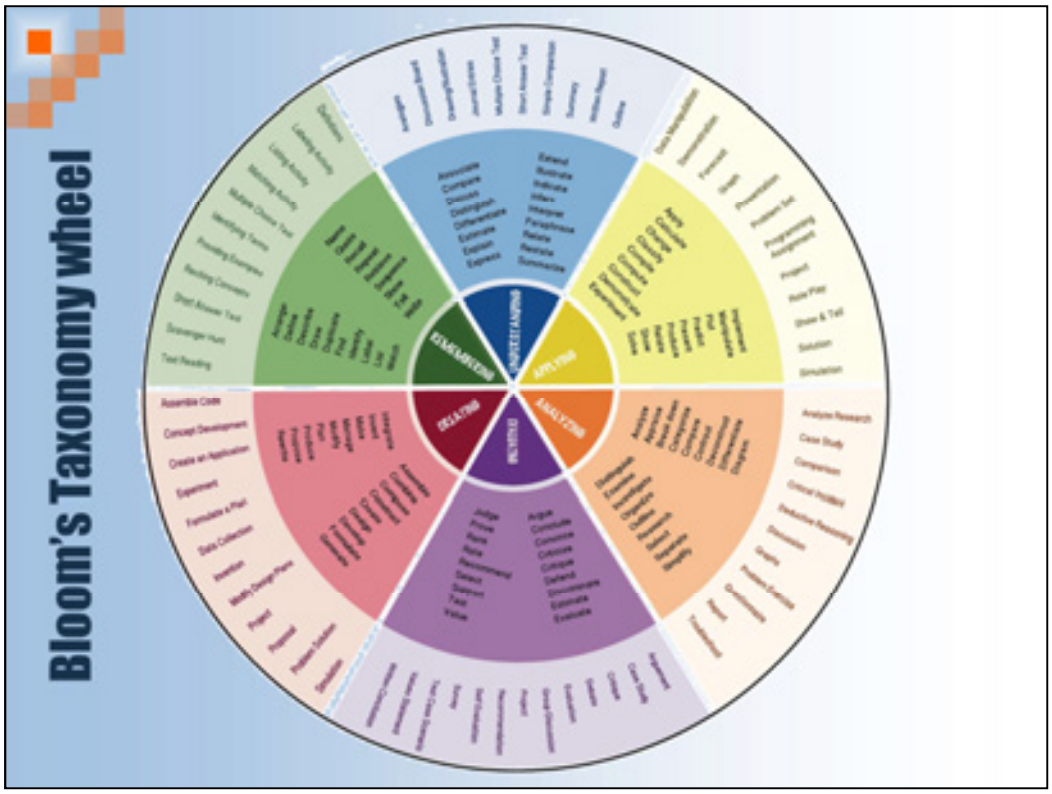
Estos tres niveles de aprendizaje son los que abarcamos en la mayoría de las asignaturas de Ingeniería Química, o seguramente en otros grados del ámbito científico-técnico. No me atrevo a ir más allá.

Pero los alumnos también pueden aprender realizando acciones cognitivas de un nivel superior.

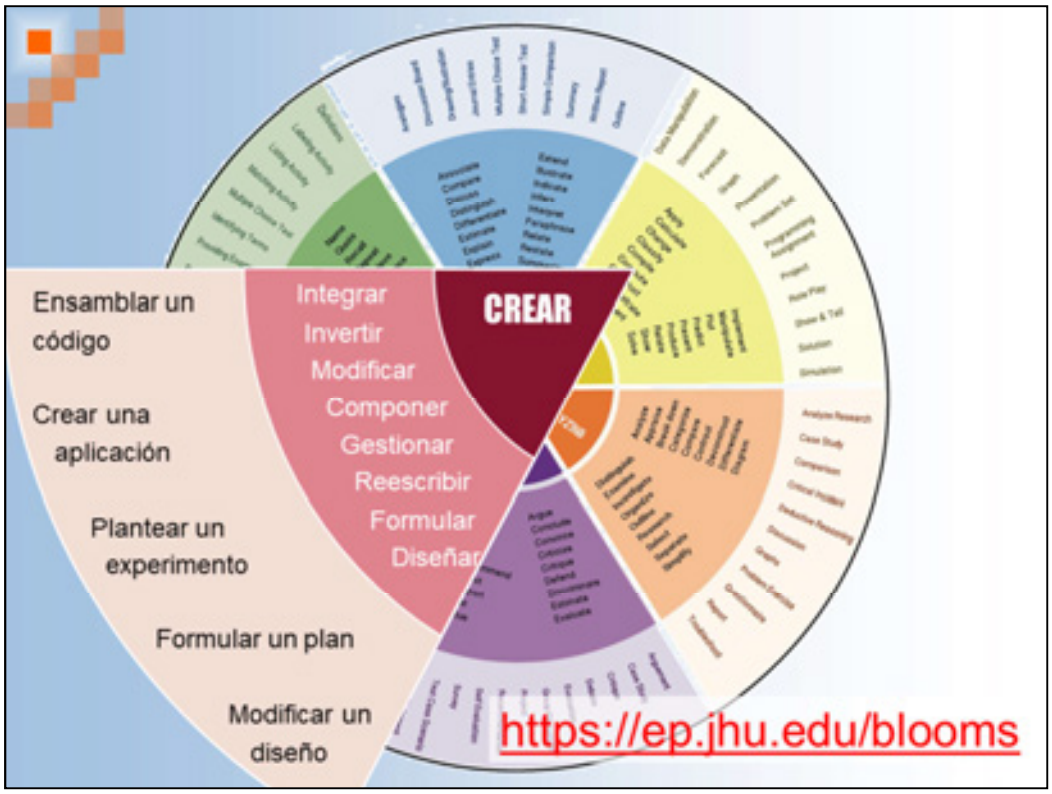
El cuarto nivel esta Analizar. Tareas que exigen establecer conexiones entre ideas, o descomponer un concepto en ideas más simples. Tareas que requieren, diferenciar, organizar, relacionar, comparar, contrastar, distinguir, examinar, cuestionar.

En el quinto nivel, el de evaluar, requiere realizar tareas en el que alumno justifica, presenta y defiende ideas realizando juicios: discutir, juzgar, seleccionar, valorar, criticar, sopesar, etc.

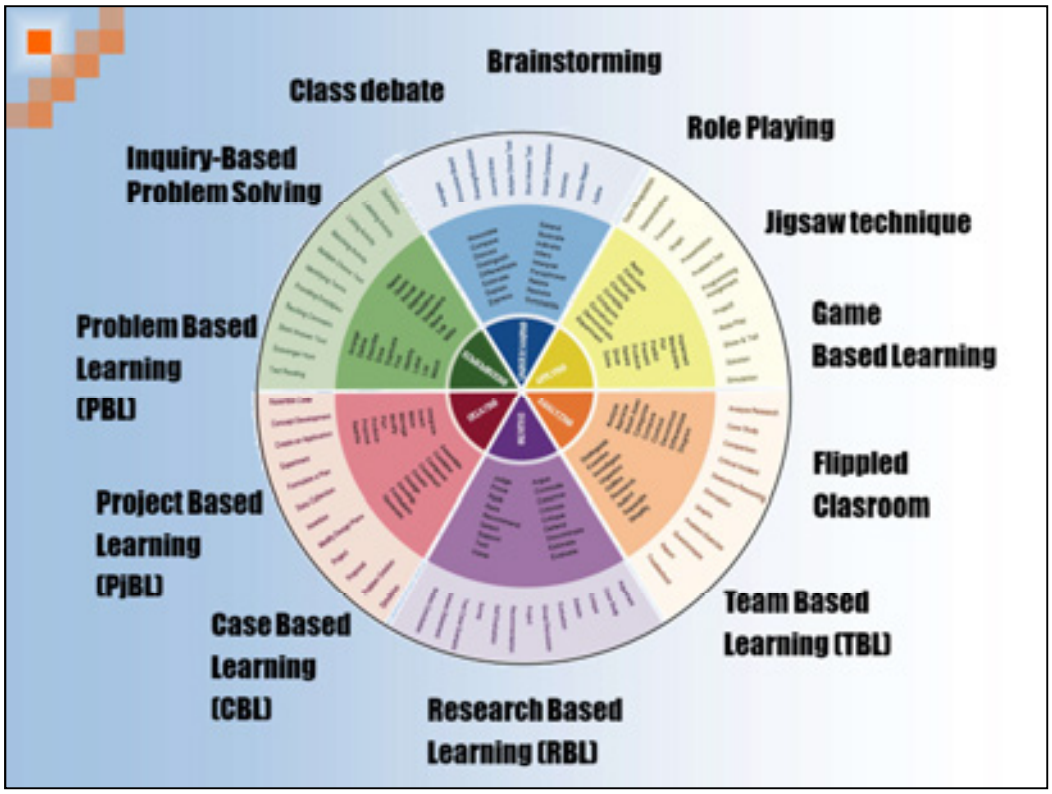
El nivel más alto es la acción que requiere crear, producir un trabajo nuevo y original. Puede incluir, diseñar, construir, formular alternativas, investigar. Podemos asegurar que en nuestros grados de ingeniaría química este nivel cognitivo está cubierto ahora con el trabajo fin de grado y anteriormente con el proyecto fin de carrera. Sin embargo, también se pueden realizar acciones de crear en asignatura de 3º, de 2º, o incluso en 1º. Los alumnos de educación primaria también lo hacen. Yo lo he visto en casa con mis hijas.



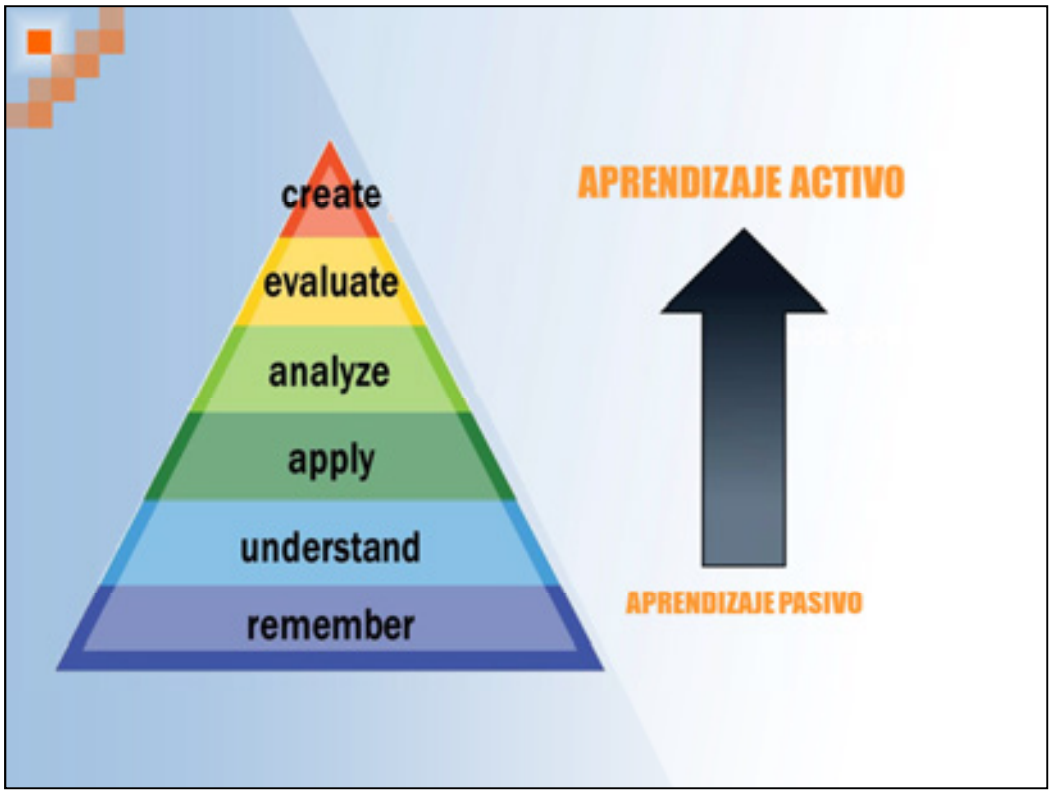
La rueda de Bloom es una herramienta realmente útil que nos señala diferentes tipos de tareas, agrupadas en base a las acciones de cada nivel cognitivo de la Taxonomía de Bloom



Por ejemplo: Si nos vamos al nivel cognitivo superior, es decir, crear, los verbos que podemos usar para establecer una tarea (y un resultado de aprendizaje) pueden ser integrar, invertir, modificar, componer, gestionar, reescribir, formular, diseñar, etc.) y el tipo de tareas que el alumno puede hacer son: ensamblar un código, crear una aplicación, plantear un experimento, formular un plan, modificar un diseño etc.



La metodologías activas son las que utilizan este tipo de acciones de una forma u estrategia particular.

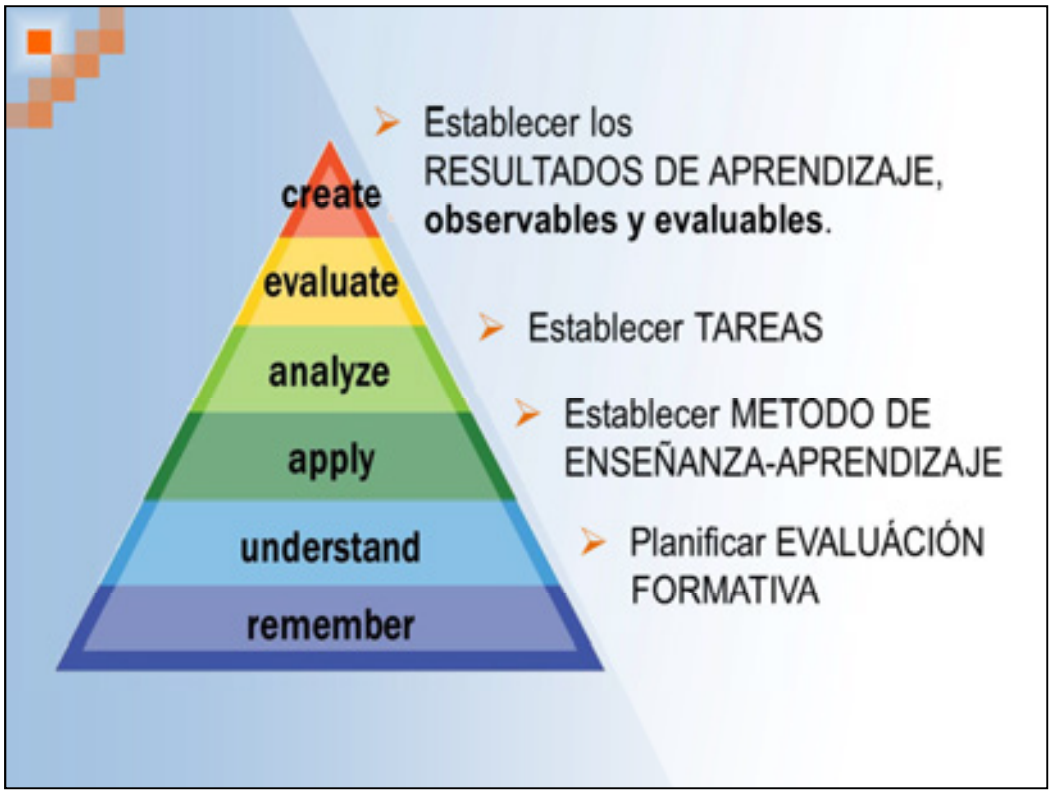


Cuanto mayor es el nivel cognitivo de las acciones que diseñamos para la enseñanza y el aprendizaje de nuestra asignatura, el aprendizaje será más activo que pasivo.

Por lo tanto, La taxonomía de Bloom es una clasificación del tipo de aprendizaje que queremos en nuestros alumnos y por tanto, **es una brújula en el diseño de cómo queremos enseñar y cómo queremos que aprendan la Ingeniería Química.**

La taxonomía de Bloom **nos va a ayudar a establecer los RESULTADOS DE APRENDIZAJE** en nuestras asignaturas. Es decir, **concreciones de qué deben saber hacer al final de la asignatura, siendo conscientes de que "eso qué deben saber hacer" sea observable y evaluable**

Esto, asimismo nos va a facilitar identificar el tipo de TAREAS Y tipo de METODOS más apropiadas para que el alumno alcance los resultados de aprendizaje que hemos definido.



Este enfoque de la planificación de la enseñanza, incluye **también planificar la evaluación para que sea un elemento adicional de aprendizaje** (evaluación formativa).

Habiendo analizado o reflexionado sobre las acciones y tareas de los niveles cognitivos más adecuados para promover el aprendizaje activo en mi aula, el siguiente paso es escribir los **resultados de aprendizaje** de mi asignatura

Por lo tanto el siguiente paso reflexivo consiste en establecer los **resultados de aprendizaje** de mi asignatura

La Aneca nos ofrece una guía para redactar los resultados de aprendizaje

Ni son objetivos, ni son competencias

Objetivo

Suelen ser declaraciones generales que indican los contenidos fundamentales, el enfoque, la dirección y los propósitos que hay detrás de la asignatura o el programa, desde el punto de vista del profesor

Competencia

La competencia es un conjunto de habilidades y de conocimientos que tiene que alcanzar un graduado para poder ejercer la profesión.

Resultados de aprendizaje

El resultado del aprendizaje es una declaración de lo que se espera que un estudiante sea capaz de hacer como resultado de la actividad de aprendizaje (Jenkins y Unwin, 2001), y además es observables y evaluable

- *Los resultados del aprendizaje son concreciones de las competencias para un determinado nivel*
- *La competencia requiere ser demostrada de manera global o terminal, y no parcial,*

  , no así las competencias, debido a su complejidad y densidad
- *Las competencias de un perfil de egreso dan sentido a toda la formación,*

- *A un estudiante se le ha de evaluar su grado de competencia cuando ha completado el programa de aprendizaje.*

Con esto queda claro que yo como profesor de una asignatura soy el que puedo y debo establecer el resultado de aprendizaje y no la competencia, que está fuera de mi alcance. Entonces, la siguiente pregunta es: ¿Cómo debemos escribir el un RA?

¿Cómo debemos escribir un RA?

Debe ser definido con claridad para ser comprendido por todos los agentes del sistema universitario, evitando ser ambiguo

Debe ser Factible, Limitado en el tiempo, Alcanzable, Orientado al resultado, Observable y Evaluable

Yo propongo un **método de 5 pasos** para escribir un resultado de apredizaje con dichas características.

1. El primer paso es escribir la frase madre: Después de cursar es módulo, o esta asignatura, o escuchar esta plenaria, serás capaz de…..
2. El segundo paso es determinar el resultado de aprendizaje. Es decir, buscar las respuesta a preguntas como:

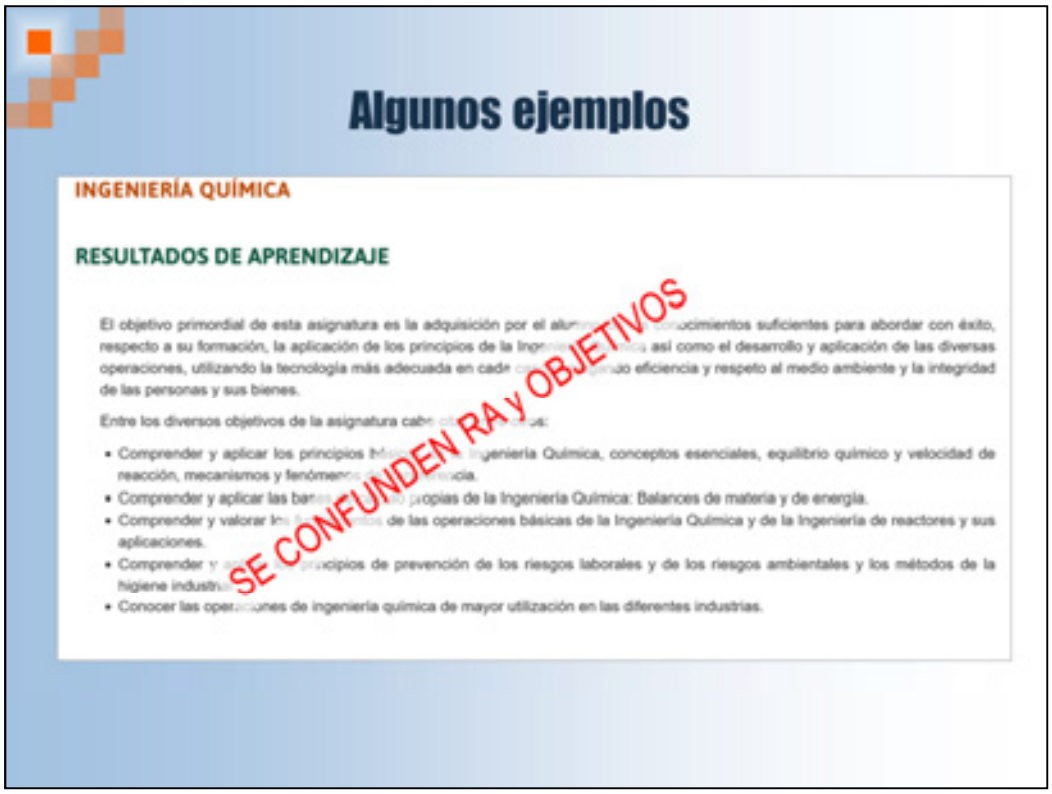
4. El cuarto paso es escribir el verbo y el resultado de aprendizaje en una frase, **Después de escuchar esta plenaria serás capaz de: clasificar la actividades de aprendizaje en los seis niveles cognitivos de Bloom**. Fijaros en la estructura del RA. **Verbo (clasificar), Objeto (las actividades de aprendizaje)**, **Contexto (en los seis niveles cognitivos de Bloom, y después de escuchar esta plenaria)**

5. **El quinto paso es** Buscar la forma/el instrumento con la que el **alumno pueda mostrar el**

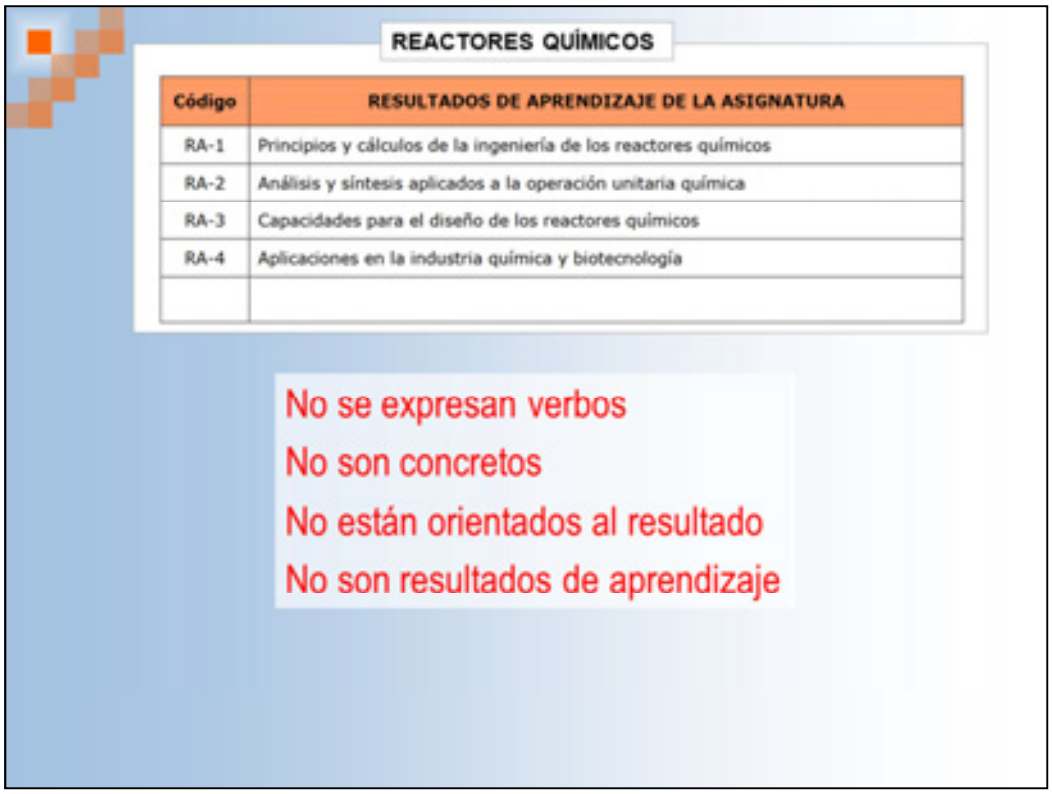
Nunca utilizamos verbos como...
ENTENDER
SABER
APRECIAR
APRENDER
ESTAR FAMILIARIZADO

Veamos algunos ejemplos.

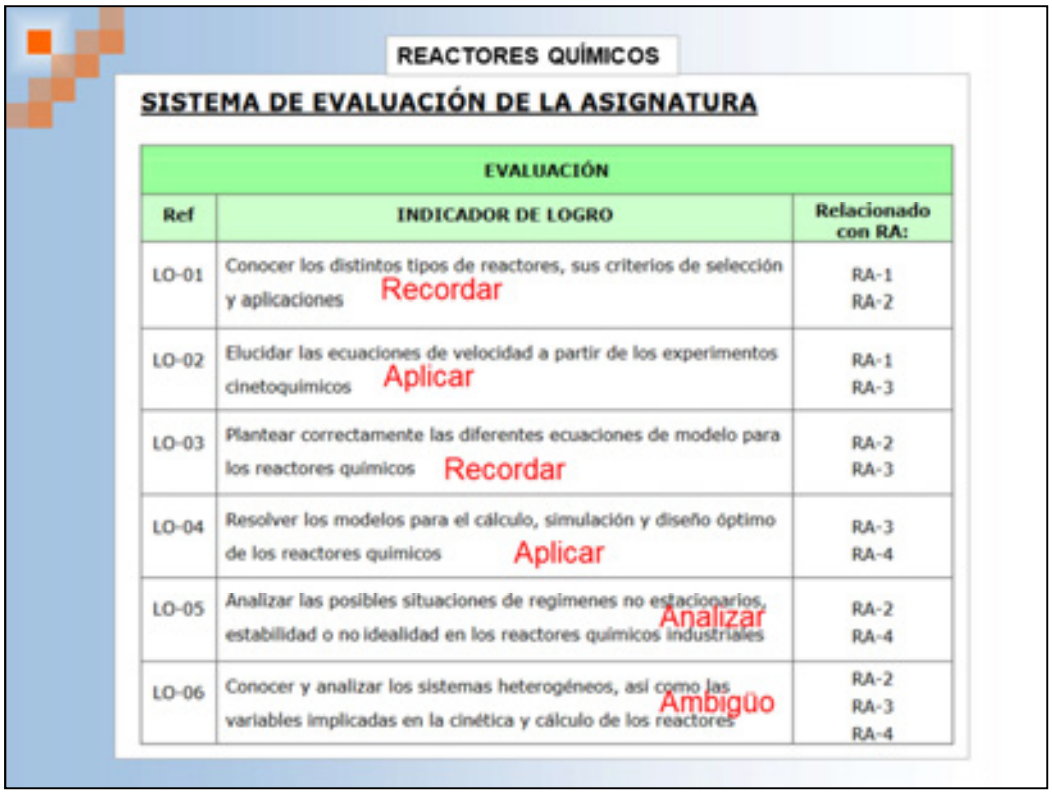
He realizado una búsqueda rápida de resultados de aprendizaje en Ingeniería Química



Según la definición que he dado antes, esta guía docente confunde objetivos con RA



Esta otra corresponde a la asignatura REACTORES QUÍMICOS. Tiene cuatro definiciones cortas, en la que no se expresan verbos, no son concretos, no están orientados al resultado,… Es decir, no son resultados de aprendizaje.



REACTORES QUÍMICOS

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

EVALUACIÓN		
Ref	**INDICADOR DE LOGRO**	**Relacionado con RA:**
LO-01	Conocer los distintos tipos de reactores, sus criterios de selección y aplicaciones Recordar	RA-1 RA-2
LO-02	Elucidar las ecuaciones de velocidad a partir de los experimentos cinetoquímicos Aplicar	RA-1 RA-3
LO-03	Plantear correctamente las diferentes ecuaciones de modelo para los reactores químicos Recordar	RA-2 RA-3
LO-04	Resolver los modelos para el cálculo, simulación y diseño óptimo de los reactores químicos Aplicar	RA-3 RA-4
LO-05	Analizar las posibles situaciones de regímenes no estacionarios, estabilidad o no idealidad en los reactores químicos industriales Analizar	RA-2 RA-4
LO-06	Conocer y analizar los sistemas heterogéneos, así como las variables implicadas en la cinética y cálculo de los reactores Ambigüo	RA-2 RA-3 RA-4

Sin embargo, la misma guía docente proporciona una tabla para comunicar cómo es el sistema de evaluación. Se definen una serie de logros que sí se acercan más a resultados de aprendizaje.

Los verbos nos permiten distinguir con bastante claridad el nivel cognitivo del tipo de aprendizaje para llegar a cada uno de los logros.

La asignatura Ingeniería de Procesos Químicos que imparto, las 15 semanas del curso están organizadas entorno a un proyecto de DISEÑO PRELIMINAR DE UN PROCESO QUIMICO, que se divide en 5 hitos, con un entregable en cada hito. El proyecto computa la mayor parte de la evaluación

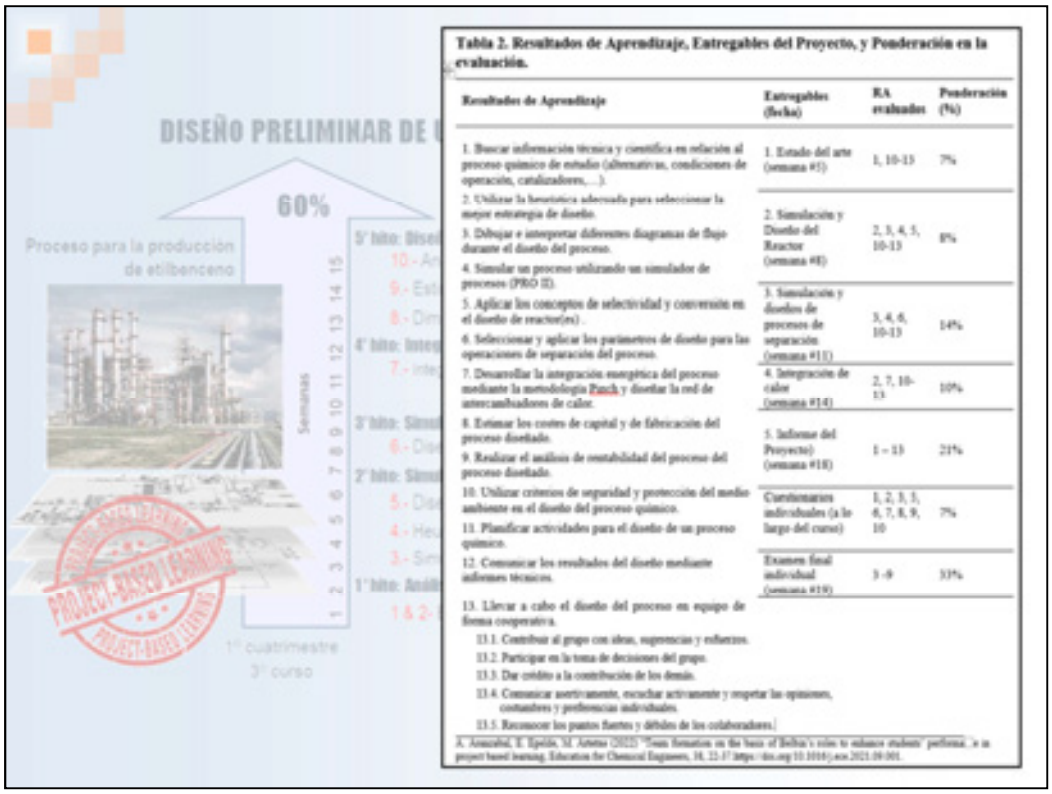


Tabla 2. Resultados de Aprendizaje, Entregables del Proyecto, y Ponderación en la evaluación.

Resultados de Aprendizaje	Entregables (fecha)	RA evaluados	Ponderación (%)
1. Buscar información técnica y científica en relación al proceso químico de estudio (alternativas, condiciones de operación, catalizadores,...).	1. Estado del arte (semana #5)	1, 10-13	7%
2. Utilizar la heurística adecuada para seleccionar la mejor estrategia de diseño.	2. Simulación y Diseño del Reactor (semana #8)	2, 3, 4, 5, 10-13	8%
3. Dibujar e interpretar diferentes diagramas de flujo durante el diseño del proceso.			
4. Simular un proceso utilizando un simulador de procesos (PRO II).			
5. Aplicar los conceptos de selectividad y conversión en el diseño de reactor(es) .	3. Simulación y diseños de procesos de separación (semana #11)	3, 4, 6, 10-13	14%
6. Seleccionar y aplicar los parámetros de diseño para las operaciones de separación del proceso.			
7. Desarrollar la integración energética del proceso mediante la metodología Pinch y diseñar la red de intercambiadores de calor.	4. Integración de calor (semana #14)	2, 7, 10-13	10%
8. Estimar los costes de capital y de fabricación del proceso diseñado.	5. Informe del Proyecto) (semana #18)	1 – 13	21%
9. Realizar el análisis de rentabilidad del proceso del proceso diseñado.			
10. Utilizar criterios de seguridad y protección del medio ambiente en el diseño del proceso químico.	Cuestionarios individuales (a lo largo del curso)	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10	7%
11. Planificar actividades para el diseño de un proceso químico.			
12. Comunicar los resultados del diseño mediante informes técnicos.	Examen final individual (semana #19)	3 -9	33%
13. Llevar a cabo el diseño del proceso en equipo de forma cooperativa.			
13.1. Contribuir al grupo con ideas, sugerencias y esfuerzos.			
13.2. Participar en la toma de decisiones del grupo.			
13.3. Dar crédito a la contribución de los demás.			
13.4. Comunicar asertivamente, escuchar activamente y respetar las opiniones, costumbres y preferencias individuales.			
13.5. Reconocer los puntos fuertes y débiles de los colaboradores.			

A. Arenzabal, E. Epelde, M. Artetxe (2022) "Team formation on the basis of Belbin's roles to enhance students' performance in a project based learning. Education for Chemical Engineers, 38, 22-37 https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.09.001.

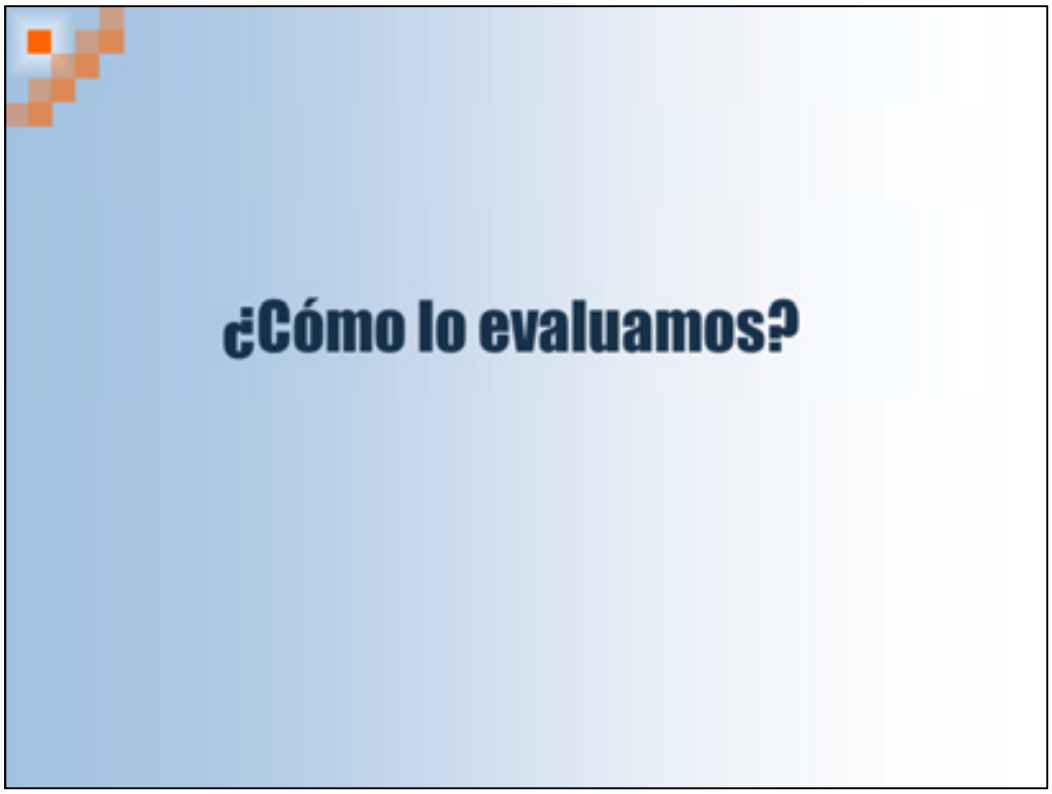
En la guía docente de esta asignatura de Ingeniería de Procesos, se relacionan los resultados de aprendizaje, con los hitos y entregables de un proyecto de diseño, así como con la evaluación

Leer los resultados de aprendizaje.

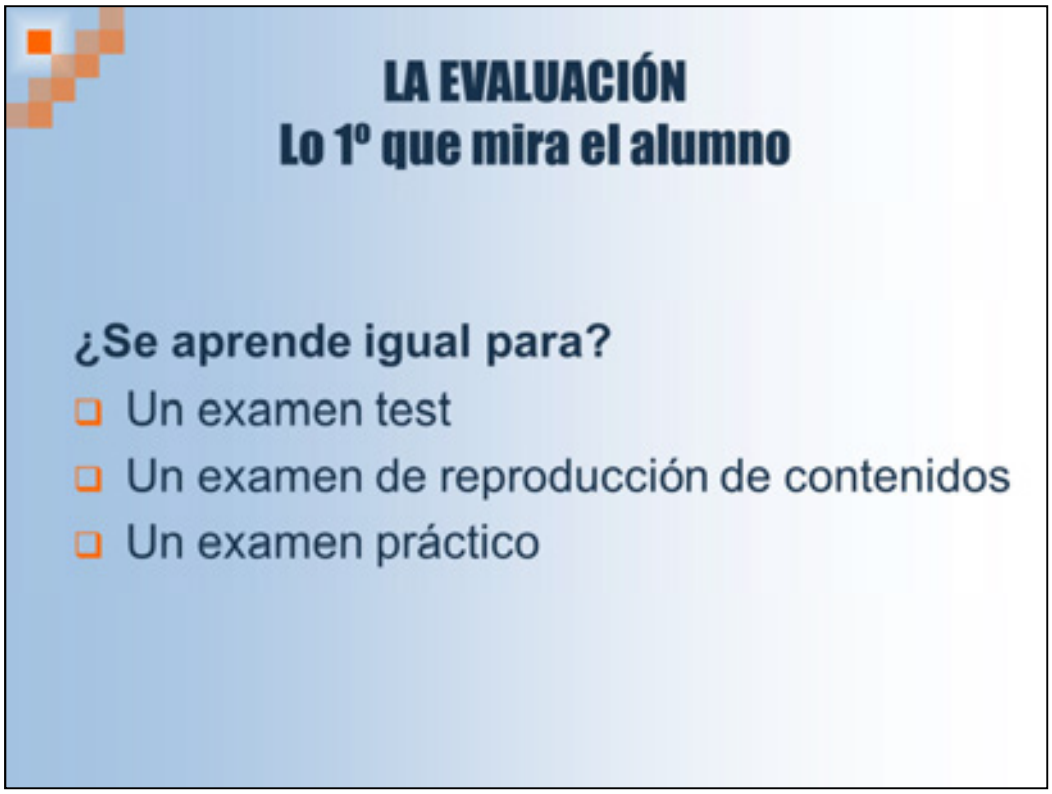
El proyecto tiene diferentes hitos en base a la propuesta al autor Seider y colaboradores. Los profesores lo han adaptado a 5 entregables y en cada uno de los entregables son capaces de evaluar los RA indicados y indicar su ponderación, que es más grande según avanza el curso, y por tanto mayor el grado de aprendizaje del alumnos. Como se puede observar muchos de los resultados de aprendizaje se repiten en los entregables, incluso en los cuestionarios y en el examen individual.

Esto significa que la evaluación forma parte de la definición de los resultados de aprendizaje, por ende, del diseño del método o las tareas, de manera que todos los elementos forman parte del proceso de enseñanza aprendizaje.

No debemos olvidar que los RA deben ser observables y evaluables, y por tanto, deben ser factibles, alcanzables en un limitado tiempo, y orientados al resultado.

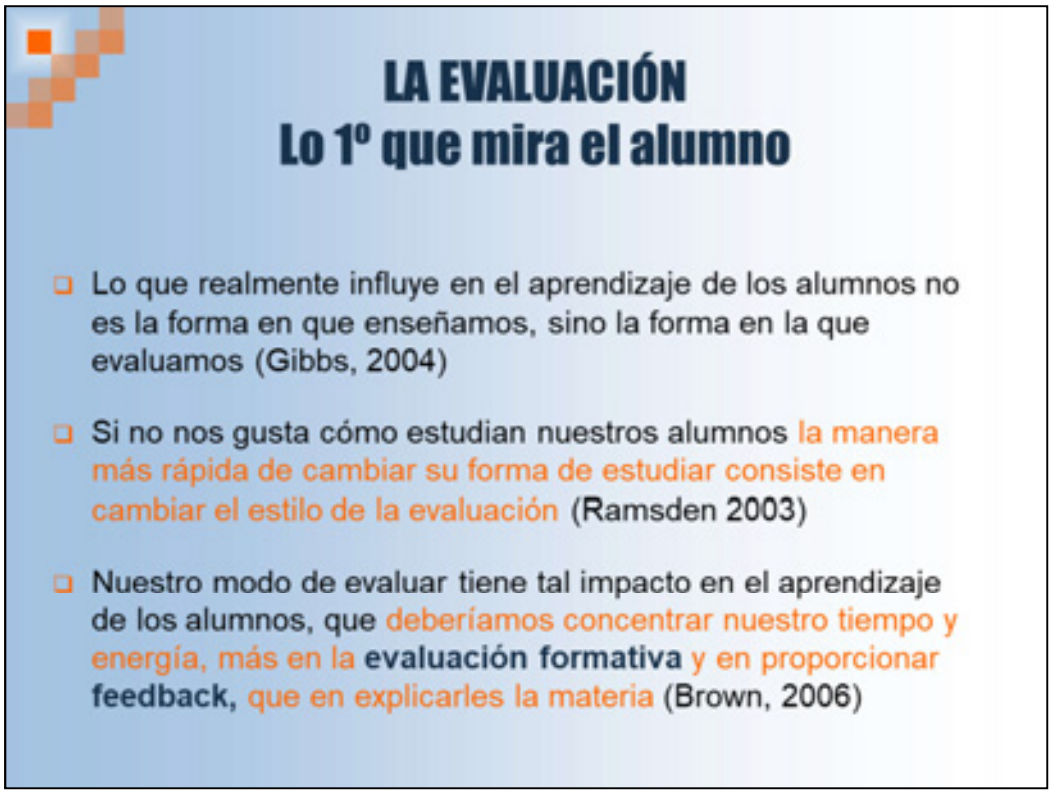


¿Cómo evaluamos los resultados de aprendizaje?



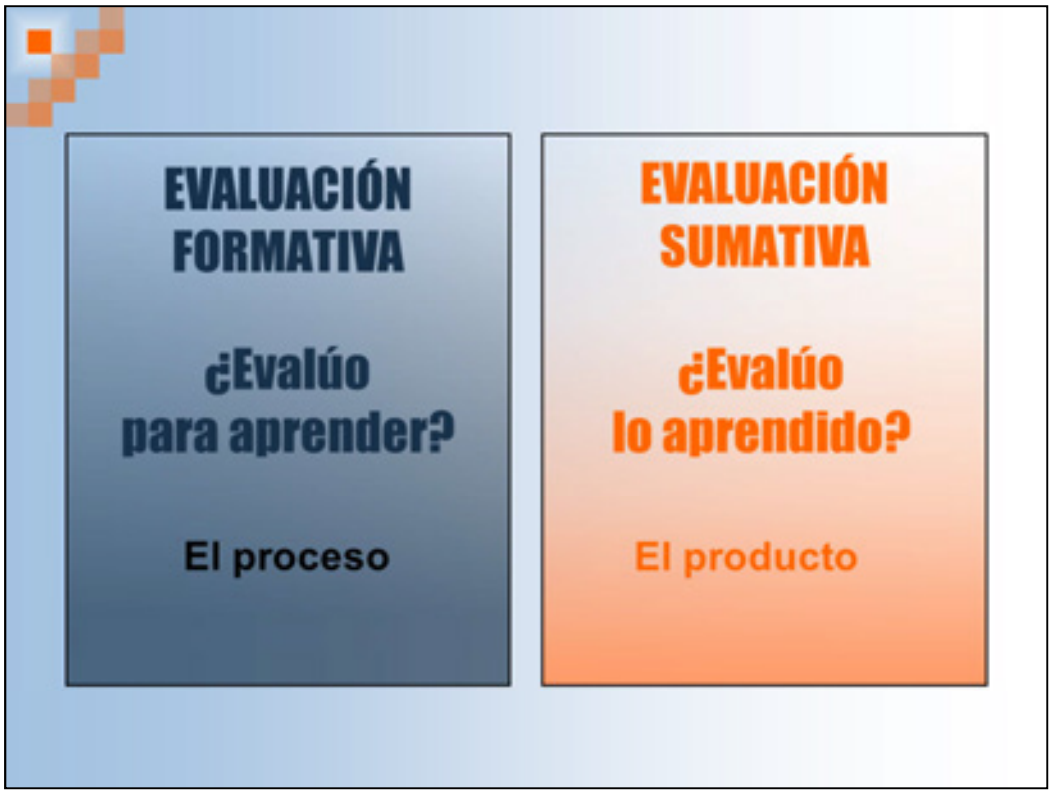
No olvidemos que la evaluación es lo primero que mira el alumno. Porque no se aprende igual para:

- Un examen test
- Un examen de reproducción de contenidos
- Un examen práctico



Fijaros en la potencia de las siguiente reflexiones de algunos autores.

Fijaros que he resaltados dos nuevos conceptos. **Evaluación formativa y Feedback**. Son conceptos de la evaluación asociadas al aprendizaje activo.

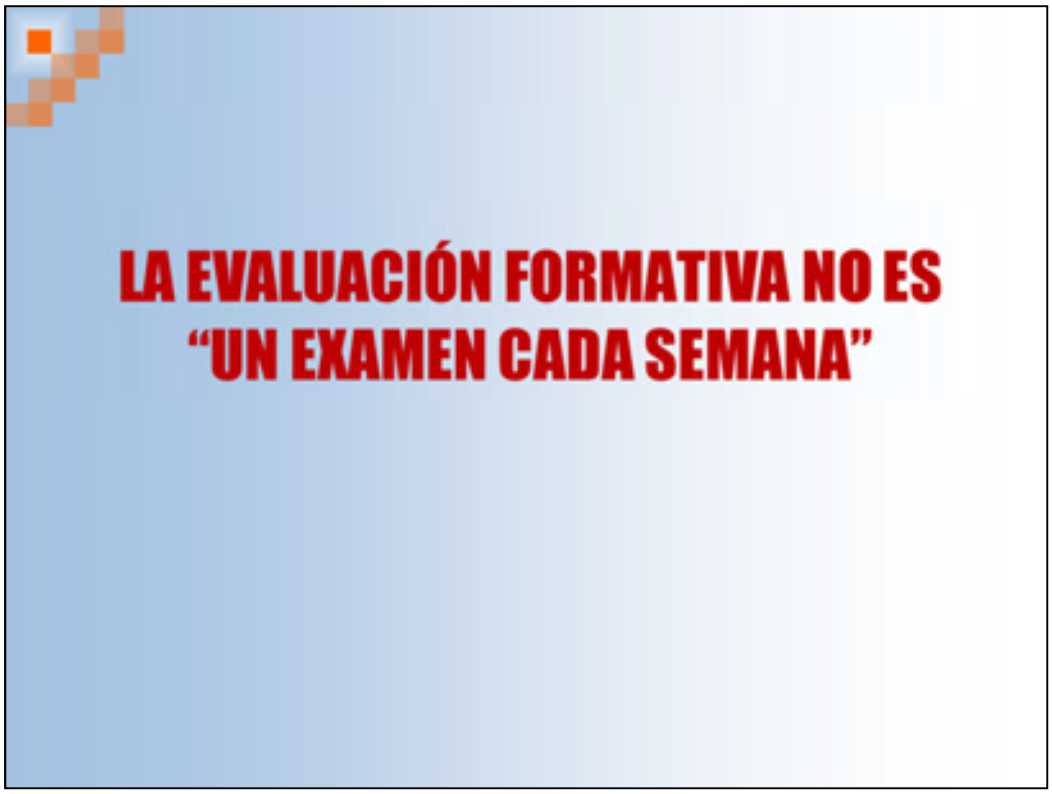


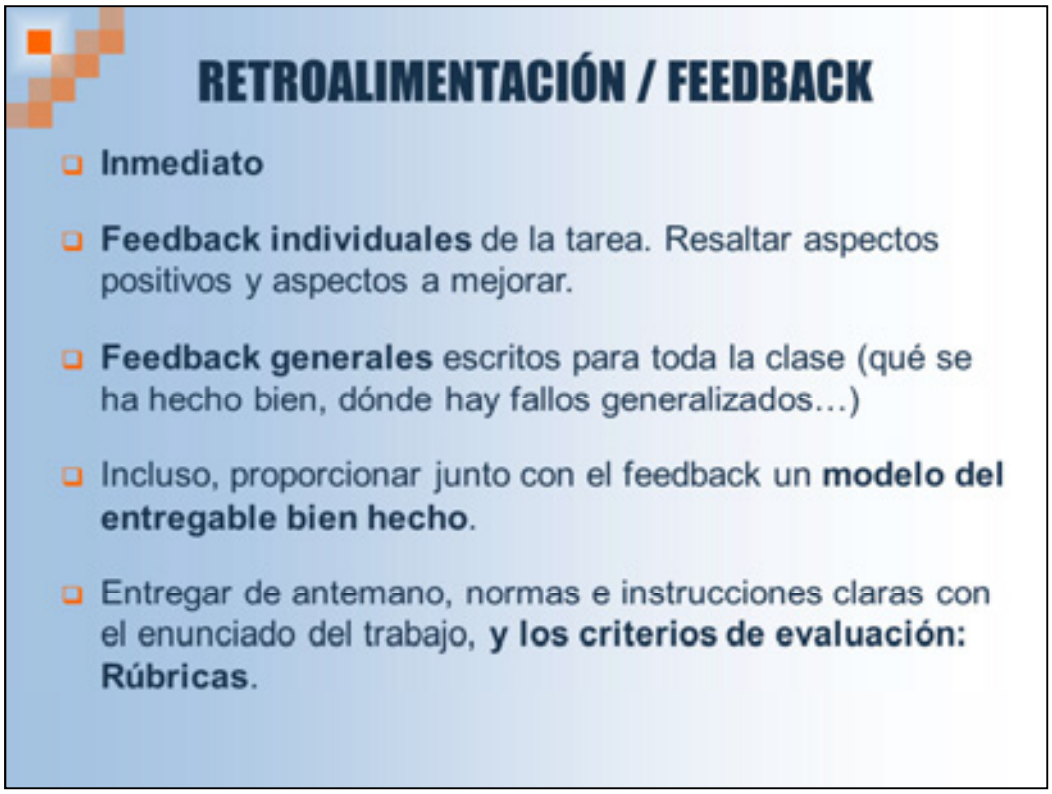
¿evaluó para aprender? O ¿evaluó lo aprendido? ¿Os habéis hecho esta pregunta?

¿Qué evaluáis, el proceso o el producto?

A la primera llámanos EVALUACIÓN FORMATIVA y a la segunda EVALUACIÓN SUMATIVA.

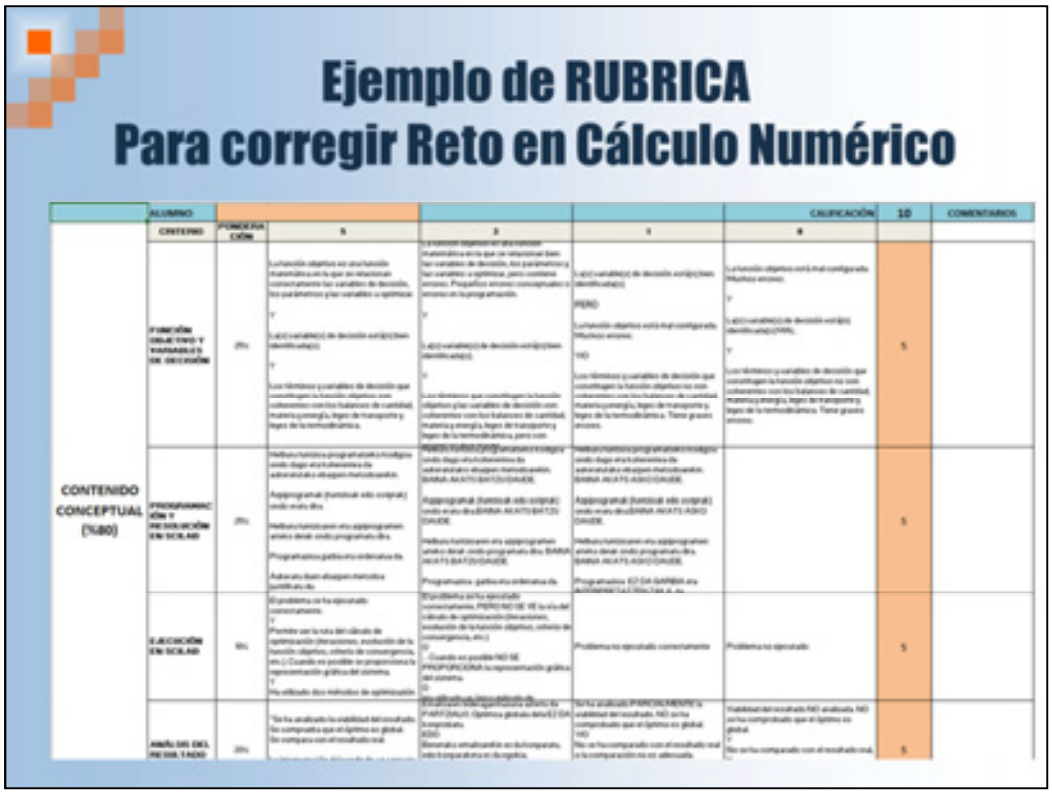
Son diferentes formas de evaluar, y no son excluyentes, sino complementarias. Es decir, que deberíamos hacer uso de las dos, y no exclusivamente de la evaluación sumativa. Es más deberíamos hacer un buen uso de la evaluación formativa especialmente, si queremos que en nuestras aulas se produzca un aprendizaje activo.


LA EVALUACIÓN FORMATIVA NO ES
“UN EXAMEN CADA SEMANA”



El feedback debe ser lo más inmediato posible. El alumnos debe tener fresco lo que ha entregado. El feedback no es efectivo si lo hacemos a final del cuatrimestre, o al de un mes. Si se realiza una evaluación sobre la forma de trabajar en el laboratorio, esa sí que puede ser inmediata, al final de la sesión de laboratorio.

RUBRICA
Un instrumento para la evaluación formativa, objetiva y transparente



Esto es una rúbrica que utilizo para corregir trabajos a los que llamo RETOS en la asignatura de Cálculo Numérico para Ingeniería Química

Consta de dos partes: 1) Contenido conceptual, 2) Presentación y Comunicación escrita.

El contenido conceptual es la parte técnica del trabajo. Se divide en criterios, que consiste en desganar dicha parte técnico en diferente elementos de aprendizaje. A menudo los criterios coinciden con los resultados de aprendizaje. Por ejemplo, el primer criterio la función objetivo y las variables de decisión, el segundo criterio la programación y resolución en Scilab, el tercer criterio la ejecución en Scilab y el último criterio el análisis del resultado.

Cada criterio se pondera en base a la importancia, la complejidad o el esfuerzo que se requiere.

Por último se hace una descripción de lo más detallada posible, de como debe ejecutarse ese criterio para que reciba la calificación máxima. También una descripción de como es el trabajo para recibir una calificación intermedia o incluso baja.

La rúbrica se entrega al alumno al principio de la tarea, de forma que pueda comprender cómo va a ser evaluado , y además tenga la posibilidad de hacerse una autoevaluación antes de entregar, y ser capaz de reconocer los puntos fuertes y débiles de su entrega.

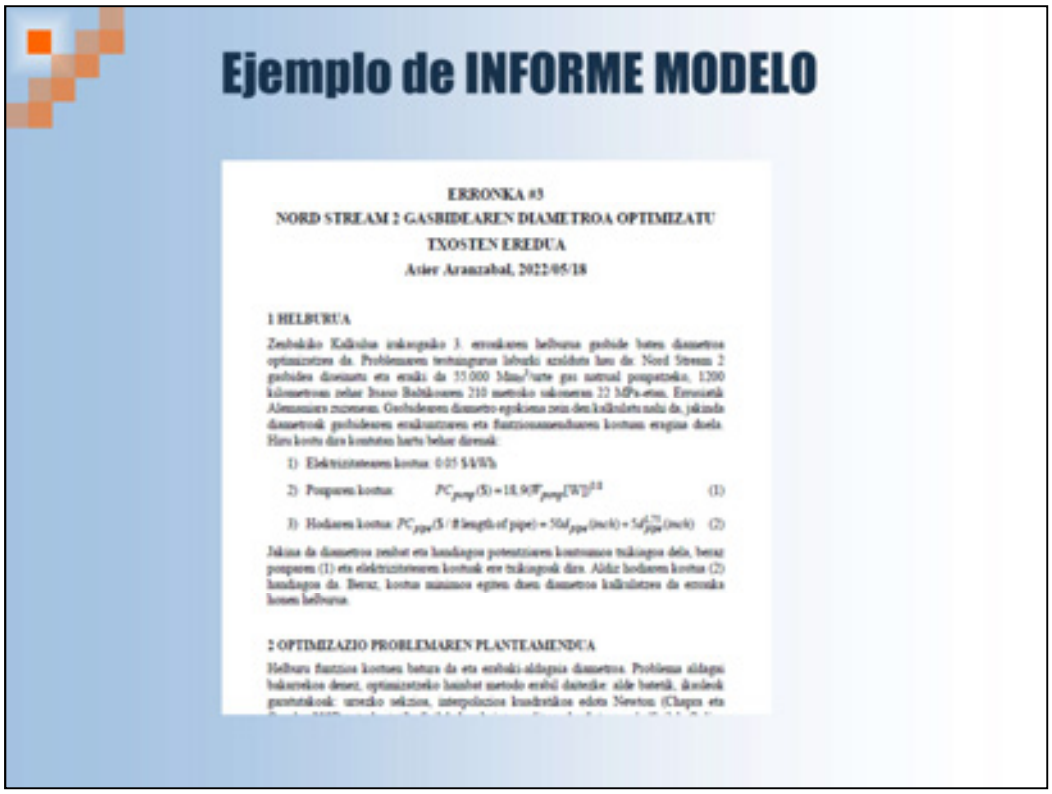
Una vez que el profesor corrige el trabajo con la rúbrica, la devuelve al alumno con las puntuaciones en cada criterio, y la puntuación final resultante. Le acompaña un feedback poniendo el foco tanto en los puntos fuertes como en los puntos débiles y aspectos a mejorar, de forma que tiene que ser totalmente coherente con las puntuaciones asignadas en cada criterio.

Este dinámica se ha de repetir durante diferentes entregables para que el alumno lo considere como un elemento de aprendizaje útil.

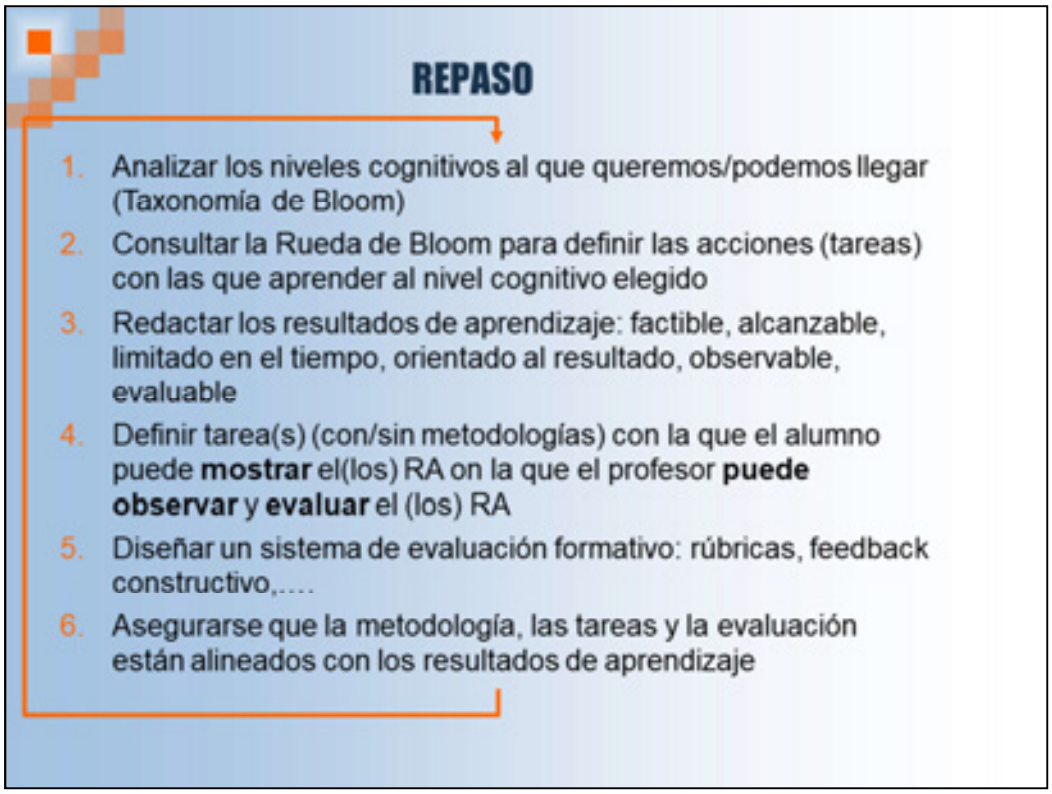
Concretamente se trata de calcular el diámetro óptimo del gaseoducto NordStream 2 que va desde Rusia hasta Alemania, recorriendo 1000 km bajo el mar, y que recientemente se ha paralizado su construcción debido a la invasión de Rusia a Ucrania.

A lo largo del cursos se trabajan distinto retos de cálculo numérico en un contexto lo más realista posible y conectado otras asignatura que ya han cursado o que están cursando en Ingeniería Química, como puede Mecánica de Fluidos y Transmisión de Calor, especialmente.

La rúbrica permite que el alumno conozca con antelación los criterios claros con los que va ha ser evaluado. Una vez evaluado la rúbrica es un instrumento de feedback individual, al que acompaña un feedback general y un modelo de resolución del reto.



Otro instrumento muy potente, es entregar al alumno un informe o entregable redactado por el profesor, en la que se recoja el nivel superior que se espera, según los descriptores de rúbrica. Pero hay que recordar a los alumnos que no es la única forma de hacerlo, sino que es un posible modelo. Esta herramienta también es útil si la dinámica se repite durante diferentes entregables para que el alumno lo considere como un elemento de aprendizaje útil.



Llegados a este punto, considerando todos los elementos para el caminos del aprendizaje activo, es momento de a hacer un repaso del camino REFLEXIVO que tenemos que hacer para introducir el aprendizaje activo en nuestras aulas.

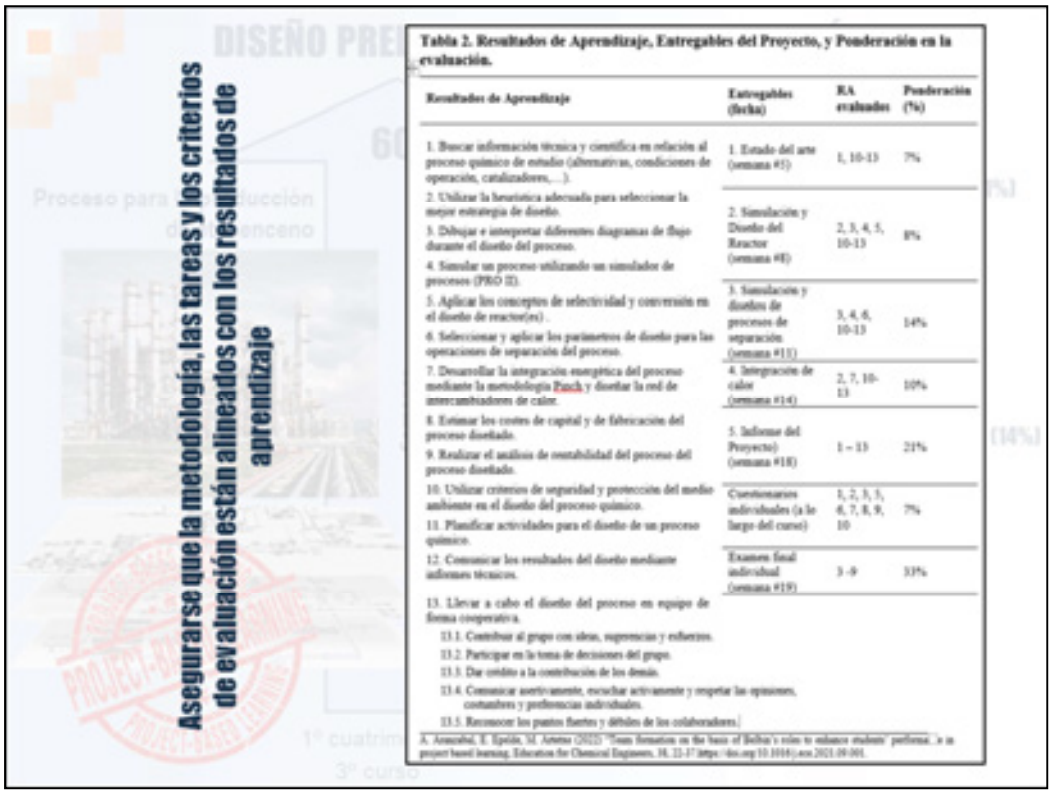


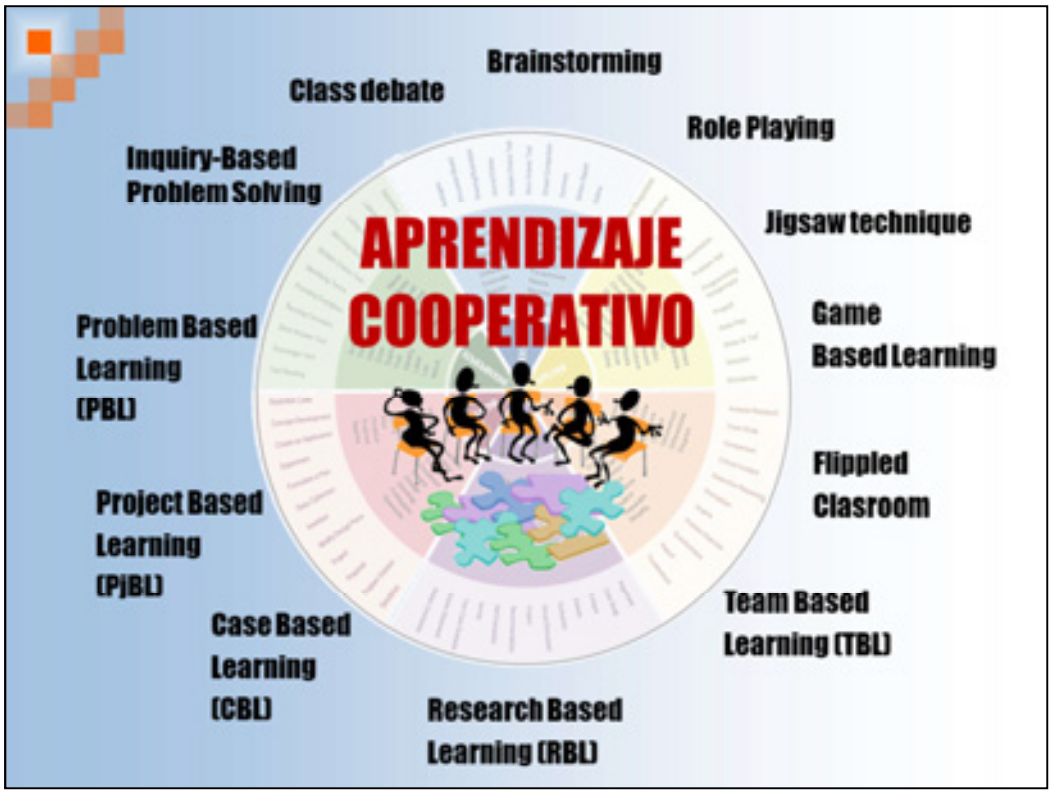
Tabla 2. Resultados de Aprendizaje, Entregables del Proyecto, y Ponderación en la evaluación.

Resultados de Aprendizaje	Entregables (fecha)	RA evaluados	Ponderación (%)
1. Buscar información técnica y científica en relación al proceso químico de estudio (alternativas, condiciones de operación, catalizadores,…).	1. Estado del arte (semana #5)	1, 10-13	7%
2. Utilizar la heurística adecuada para seleccionar la mejor estrategia de diseño. 3. Dibujar e interpretar diferentes diagramas de flujo durante el diseño del proceso. 4. Simular un proceso utilizando un simulador de procesos (PRO II).	2. Simulación y Diseño del Reactor (semana #8)	2, 3, 4, 5, 10-13	8%
5. Aplicar los conceptos de selectividad y conversión en el diseño de reactor(es) . 6. Seleccionar y aplicar los parámetros de diseño para las operaciones de separación del proceso.	3. Simulación y diseños de procesos de separación (semana #11)	3, 4, 6, 10-13	14%
7. Desarrollar la integración energética del proceso mediante la metodología Pinch y diseñar la red de intercambiadores de calor.	4. Integración de calor (semana #14)	2, 7, 10-13	10%
8. Estimar los costes de capital y de fabricación del proceso diseñado. 9. Realizar el análisis de rentabilidad del proceso del proceso diseñado.	5. Informe del Proyecto) (semana #18)	1 – 13	21%
10. Utilizar criterios de seguridad y protección del medio ambiente en el diseño del proceso químico. 11. Planificar actividades para el diseño de un proceso químico. 12. Comunicar los resultados del diseño mediante informes técnicos.	Cuestionarios individuales (a lo largo del curso)	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10	7%
	Examen final individual (semana #19)	3 -9	33%
13. Llevar a cabo el diseño del proceso en equipo de forma cooperativa. 13.1. Contribuir al grupo con ideas, sugerencias y esfuerzos. 13.2. Participar en la toma de decisiones del grupo. 13.3. Dar crédito a la contribución de los demás. 13.4. Comunicar asertivamente, escuchar activamente y respetar las opiniones, costumbres y preferencias individuales. 13.5. Reconocer los puntos fuertes y débiles de los colaboradores.			

A. Arancibal, E. Epelde, M. Artetxe (2022) "Team formation on the basis of Belbin's roles to enhance students' performa…e in project based learning, Education for Chemical Engineers, 38, 22-37 https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.09.001.

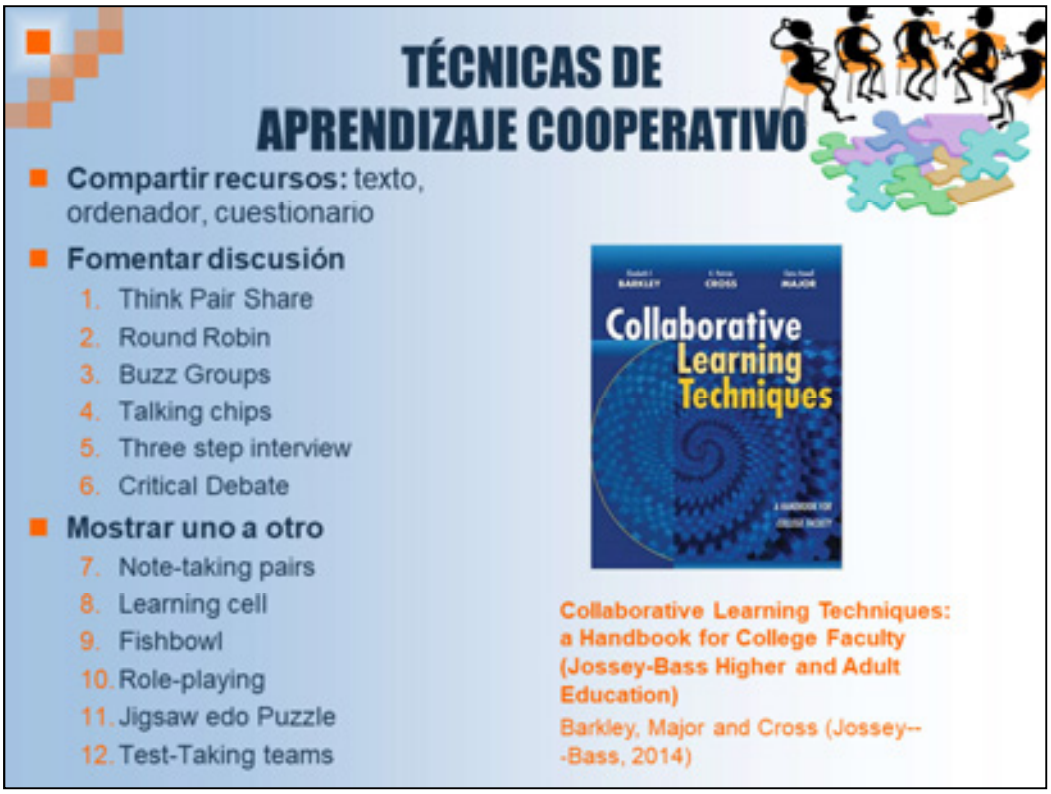
Es sexto paso es importante y que lo construyamos de forma escrita.

Por ejemplo, a través de una tabla como la que he mostrado anteriormente o a través de un diagrama de flujo.



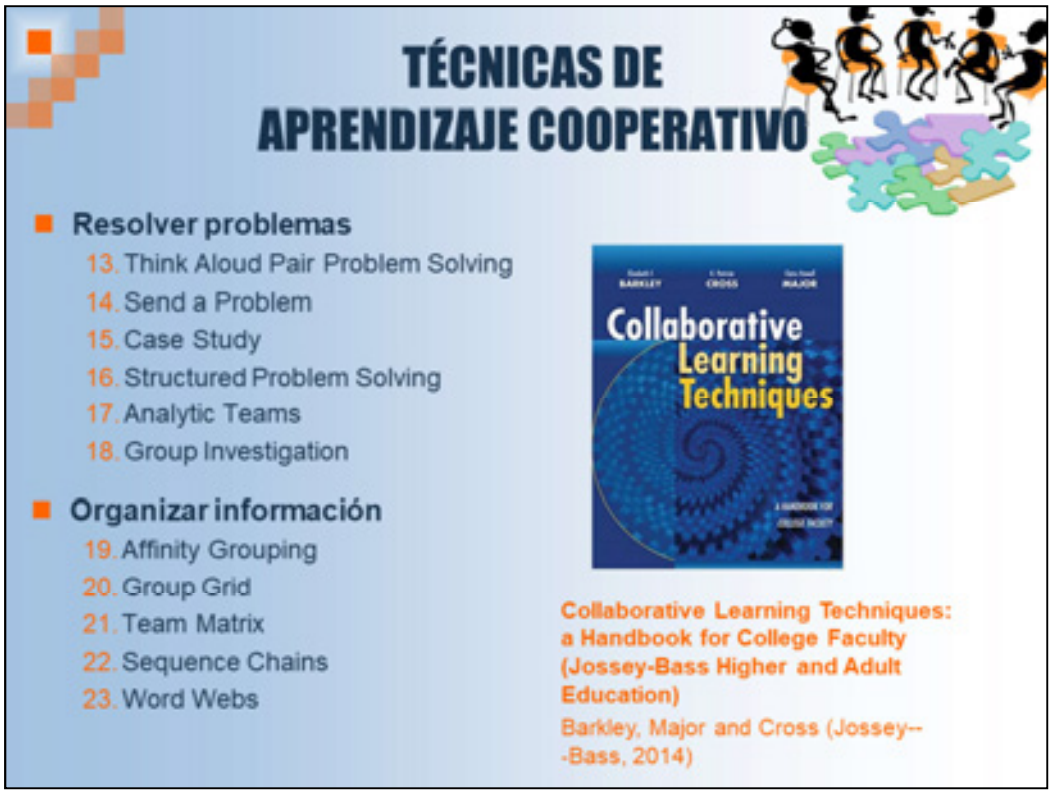
El aprendizaje activo y cooperativo están estrechamente ligados, porque la mayoría de las metodologías activas están pensadas para implementaras en grupos o equipos. Por lo que además debemos poner mucha atención en como configurar y gestionar el aprendizaje en grupos/equipos, al que llamaremos aprendizaje cooperativo.

En la bibliografía se describen diferentes formas de introducir el Aprendizaje Cooperativo.

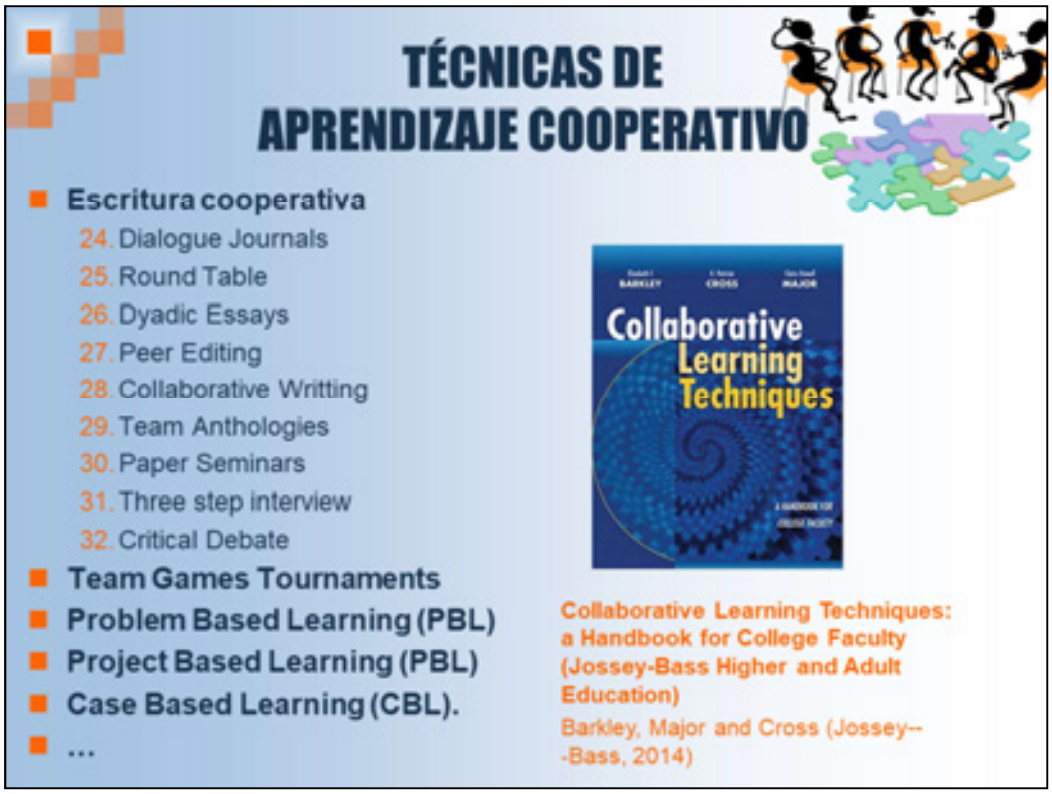


En la bibliografía se describen diferentes formas de introducir el Aprendizaje Cooperativo.

A mí personalmente me gusta este libro de Elisabeth Barkley y cols. En las que se analizan de forma exhaustiva un elevado número de técnicas de aprendizaje cooperativo. Técnicas de aprendizaje cooperativo compartiendo recursos, fomentando la discusión, para enseñar uno a otro,



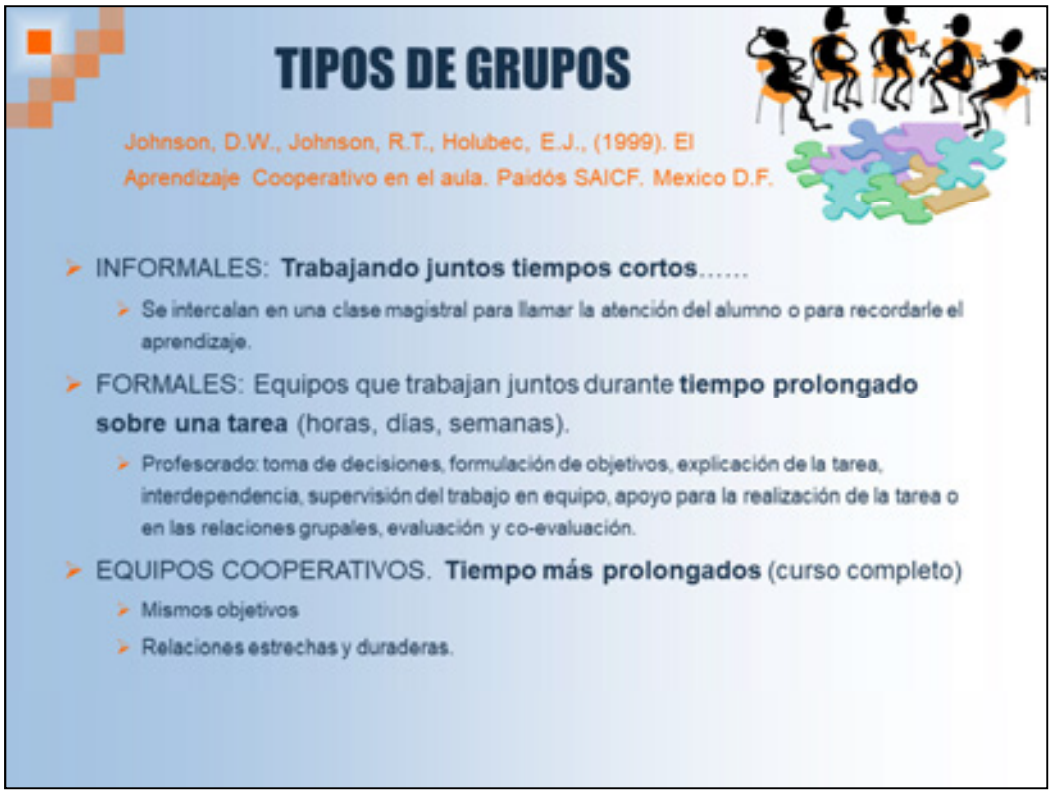
Para resolver problemas en equipo, para organizar la información,



Tecnicas de escritura cooperativa.

También es interesante la competición entre equipos

Y por supuesto las ya conocidas, PBL, ……..

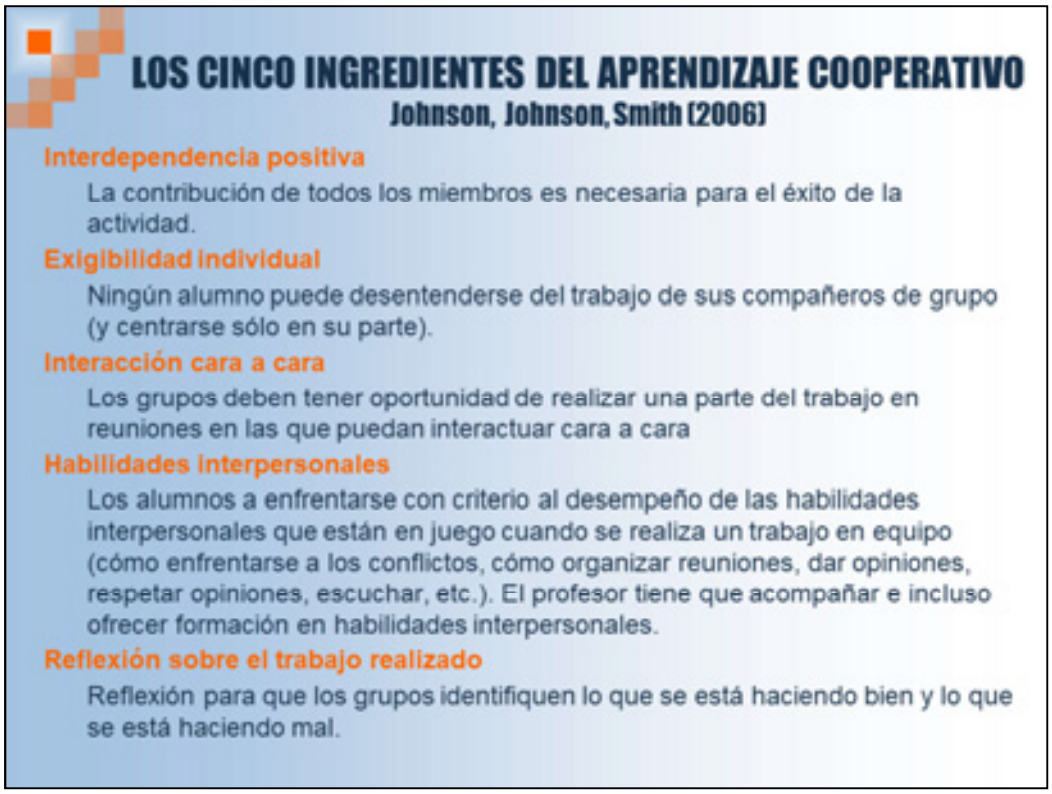


Johnson y Johnson (que son una referencia en el aprendizaje cooperativo) clasifican los grupos o equipos en tres niveles.

NO TODOS LOS GRUPOS SON COOPERATIVOS

NO todos los equipos son cooperativos. Para conseguir un grupo cooperativo, no basta con poner los alumnos juntos y que funcionen solos.

Según Jhonson and Jhonson, una actividad de aprendizaje cooperativo debe tener los siguientes 5 ingredientes



Aunque todos son importantes, la interdependencia positiva y la exigibilidad individual son los más importantes para introducir.

Todos estos elementos deben ser programados por el profesor.

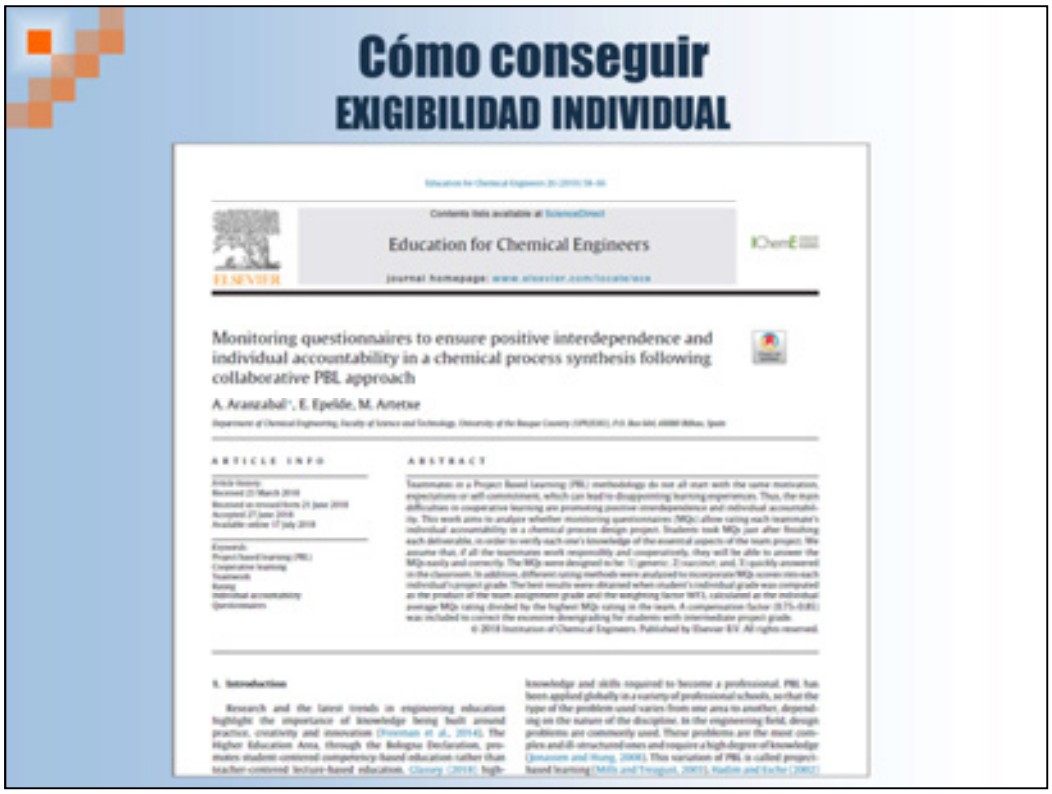
En la bibliografía se describen diferentes formas de introducir interdependencia positiva.

Cómo conseguir
EXIGIBILIDAD INDIVIDUAL

ningún miembro puede desentenderse completamente del trabajo de los compañeros y centrarse únicamente en una parte del trabajo

- **Grupos pequeños. Ajustar la carga de trabajo**
- Procesar la contribución individual (tener constancia…)
  - Sesiones tutoriales en presencia del profesor (McMaster).
  - Portafolio sobre las contribuciones individuales.
  - **Asistencia a clase.**
- Realizar pequeños exámenes orales individuales de forma aleatoria
- Evaluación entre pares
- **Exámenes individuales**
  - **Prueba individual de resultados de aprendizaje (33% calificación final)**
  - **Cuestionarios CEI inmediatamente después de cada entregable del proyecto de diseño**

En cuanto a la acciones para asegurar la exigibilidad individual, nos hemos centrado sobre todo de métodos de evaluación, asumiendo el que tamaño de los equipos es el adecuado.



En esta publicación describimos la puesta en práctica de un método para asegurar la exigibilidad individual, que ha demostrado ser eficaz.

Un buen trabajo en equipo no se produce de forma espontanea.

A lo que quiero llegar es que EL APRENDIZAJE COOPERATIVO o EL TRABAJO EN EQUIPO también se ha de planificar. No sale bien por si sola.

En los años que llevo experimentando con el aprendizaje cooperativo, he llegado a la conclusión de que la composición de los equipos, o el proceso de componer los equipos es clave para introducir la interdependencia positiva y la exigibilidad individual

¿Como queremos crear los equipos?

¿Dejamos a los alumnos que los creen de acuerdo a sus preferencias personales?

¿Los creamos por lista alfabética?

¿o los creamos nosotros los profesores? Y si es así, qué criterio podemos utilizar para crear equipos que sean eficaces?

Diapositiva 57

AA3 ASIER ARANZABAL, 7/20/2022

Estos son algunos de los criterios que se pueden emplear para crear equipos. Estilo de presonalidad, Relación social, Estilo de aprendizaje o Tendencia de comportamiento en un entorno de equipo. Para utilizar cualquiera de estos criterios necesitamos disponer de información individual de cada alumno sobre el criterio elegido. ¿Cual es el estilo de personalidad de cada uno de mis alumnos?, ¿Cuál es el estilo de aprendizaje de cada uno de mis alumnos?

Por suerte, en la bibliografía existen herramientas (generalmente cuestionarios) que permiten obtener dicha información (previa a crear los equipos).

Una vez que tengo la información, ¿cuál es la combinación crecta de estilos de personalidad, o estilos de aprendizaje, o tendencias de comportamiento? La respuesta a estas pregunta es la formación y especialización del profesorado la creación de equipos. La información que estamos manejando no es del ámbito de la ingeniería, sino del ámbito de la psicología, algo que nos pilla un poco lejos, porque nuestra formación ha llegado hasta el Doctorado.

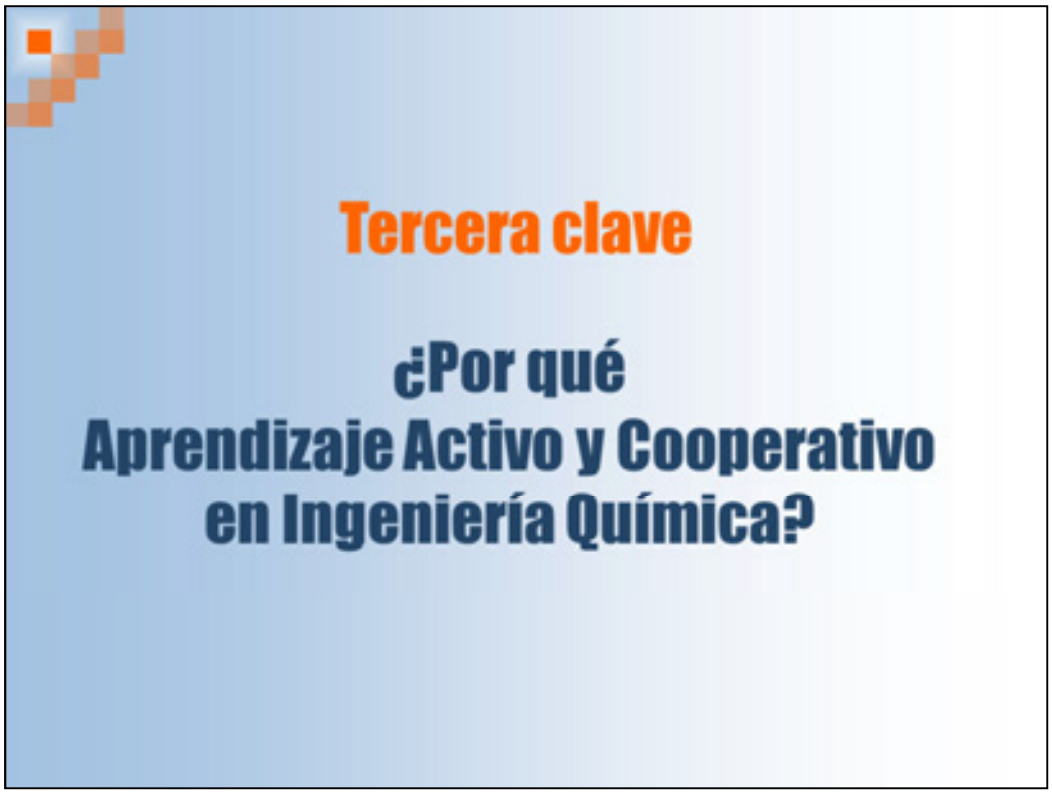
Nosotros (Eva Epelde, Maite Artetxe y yo) hemos encontrado en la teoría de los roles de Belbin la forma de construir los equipos que refuerzan la interdependencia de roles, la motivación de los alumnos, y por ende la exigibilidad individual.

Este fue el tema que presentamos en una comunicación del CIDIQ V (en Santiago de Compostela) y que posteriormente se publicó en Educación for Chemical Engineers.

y que posteriormente se publicó en Educación for Chemical Engineers.

Por tanto con estas pinceladas, del aprendizaje cooperativo, crear equipos cooperativos es TODO UN RETO para el profesor. Se no plantean muchas incógnitas, para las que **no hay una única respuesta**

Pero, al menos tanto los profesores como los alumnos debemos tener claro el objetivo de trabajar en equipo. **Los resultados individuales son mayores y mejores cuando se trabaja en equipo respecto a cuando se trabaja de forma individual**



Para terminar con mi conferencia, quisiera hablar de la tercera clave de por qué debemos tender al aprendizaje activo y cooperativo en Ingeniería Química

La pregunta es…..¿Conocemos a nuestros alumnos?

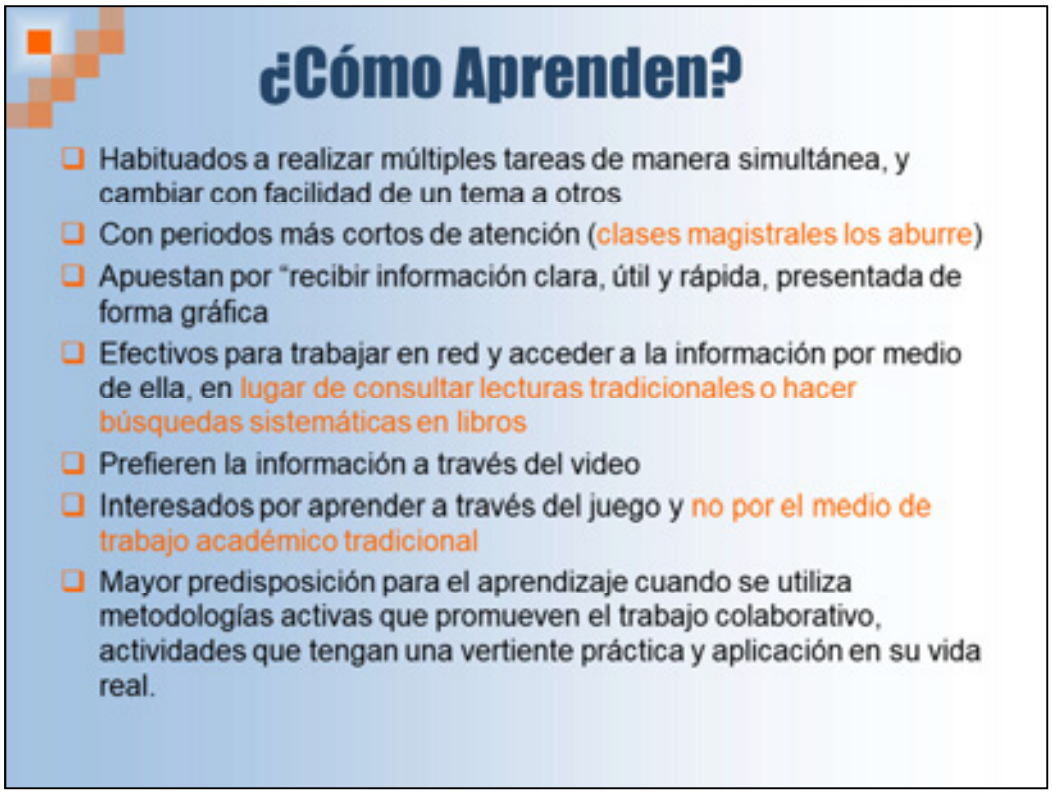
¿Sabemos qué tipo de alumnos tenemos en el aula?

¿Conocemos su background?

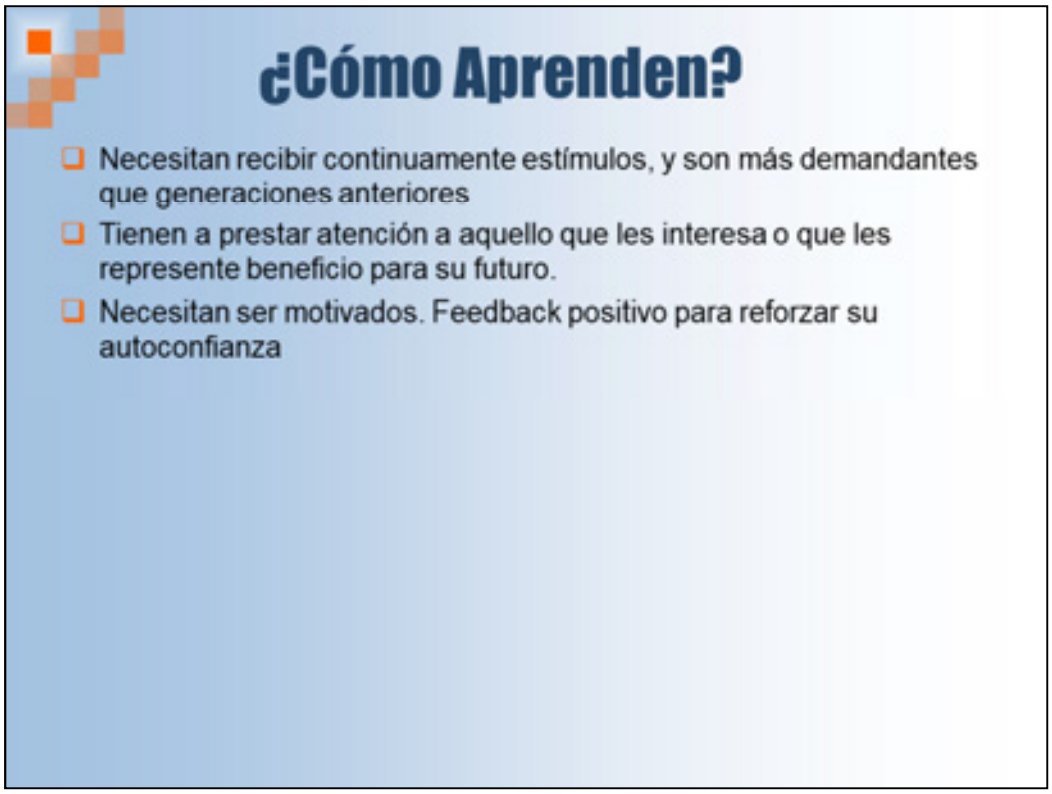
¿Conocemos sus intereses?

¿Conocemos cómo les gusta aprender?

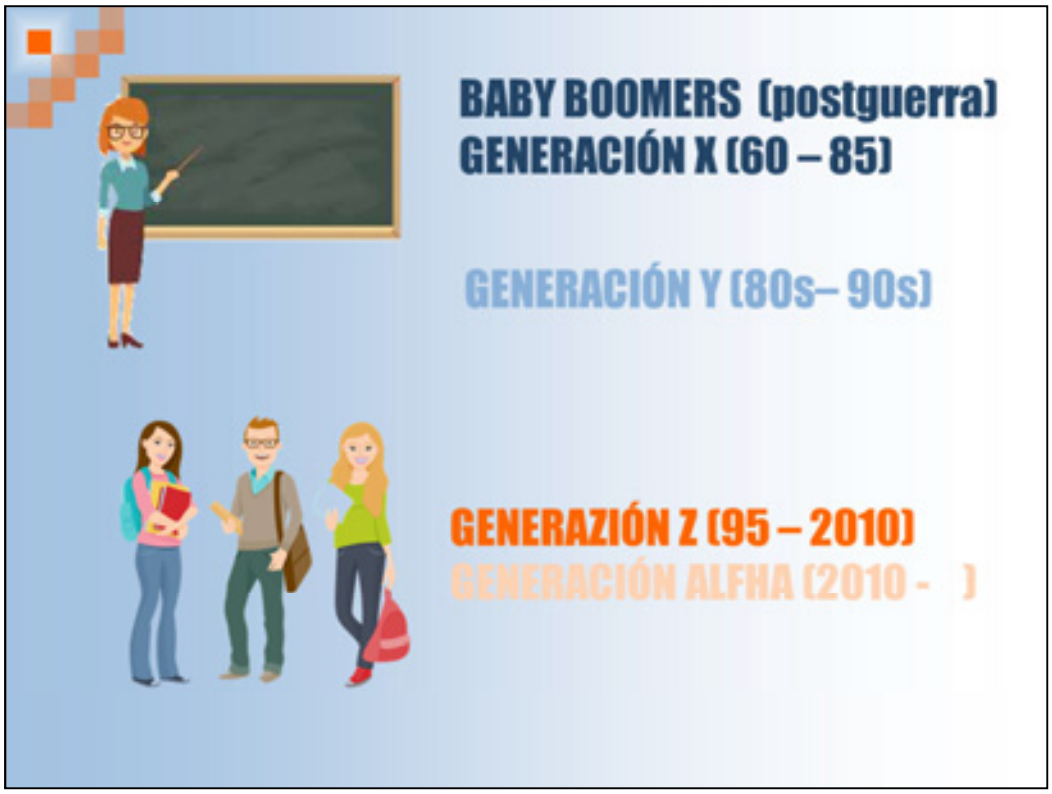
En definitiva, ¿Conocemos a la Generación Z? que es la generación de alumnos que ahora mismo se sienta en los pupitres de nuestras aulas



Se ha escrito mucho sobre las características de la Generación Z. A nosotros sobre todo nos interesa Cómo Aprenden, ya que nos permite adecuar la forma de enseñar y así facilitar el proceso de aprendizaje



CADA GENERACIÓN APRENDE DE FORMA DISTITNTA Y POR TANTO REQUIERE DE NUEVAS ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS QUE FACILITEN Y FAVOREZCAN EL PROCESO DE APRENDIZAJE



La mayoría de los profesores universitarios actuales, que pertenecen a la generación de “baby-boomers” nacidos en la postguerra y a la generación X nacidos entre los 60 y los 80, son quienes deben cambiar sus formas de enseñanza hacia otras más atractivas en relación a las características propias de la generación Z. Actualmente se están incorporando profesores de la Generación Y con características más cercanas a la generación Y, cuya potencial deberíamos aprovechar.

Y no solo los profesores de manera individual, sino que probablemente, es una reflexión mía, también Los diseños curriculares de las diferentes carreras universitarias (incluida la ingeniería química) deberían explotar estas nuevas habilidades de los estudiantes que ingresan, según su característica generacional. En este caso particular diseños curriculares que incorporen los aprendizajes centrados en “aprender haciendo”, es decir, aprendizaje activo y cooperativo.

Aunque soy consciente, y así lo observo, La Universidades son instituciones que no se caracterizan por llevar a cabo grandes cambios.

Con esto quisiera cerrar el círculo con la primera clave de mi presentación. Con todo lo que he mostrado, queda claro que para poder hacer el camino al aprendizaje activo y cooperativo, necesitamos una formación más allá del Doctorado.

Quisiera agradecer a todas las personas que me han ayudado en este camino reflexivo, que parte de una vocación por la enseñanza.

Por una parte lo profesores del Dpto. De Ingeniería Química y del Grado de Ingeniería Química de la UPV/EHU, entre los que he compartido los problemas del día a día de la enseñanza, a veces hemos coincidido en opiniones y en otros hemos discrepado. Son nutrientes para construcción de un modelo de enseñanza factible y efectivo.

Por otra parte al equipo de profesores con los que he compartido la formación del profesorado universitario. Un equipo muy diverso, que aporta puntos de vista y prácticas muy enriquecedoras.

No me puedo olvidar del conjunto de profesores a los que he tutorizado en el programa ERAGIN y en el TALLER de METODOLOGÍAS ACTIVAS, ya analizando y tratando de ayudar en sus casos, cada uno muy particular, también me ha ayudado a reflexionar, sobre qué es y qué no es factible.

Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE-HELAZ) que ha contado conmigo para la formación de profesorado universitario.

Al Vicerrectorado de Innovación, por financiar la puesta en práctica de la metodología Belbin en el aula. Actualmente la financiación está a cargo del Dpto. Ingeniería Química.

Por supuesto a todos los alumnos.

Y a la organización del CIDIQ VI por darme la oportunidad de mostrar todo lo que he aprendido.

BIBLIOGRAFÍA

Richard Felder's Legacy Website, NC State University. https://www.engr.ncsu.edu/stem-resources (6/15/2022)

E. Silió, Los nuevos profesores de universidad recibirán un curso inicial para aprender a enseñar, El País, 23-feb-2022.

Bloom's Taxonomy Wheel, John Hopking University. https://ep.jhu.edu/blooms-2020

ANECA Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje, Junio 2013.

JENKINS, Alan y UNWIN, Dave. 2001. How to write learning outcomes. Disponible en http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/format/outcomes.html

P. Ramsden (2003) Learning to Teach in Higher Education, Psychology Press 2nd edition

Brown, G. T. L. (2006). Teachers' conceptions of assessment: Validation of an abridged instrument. Psychological Reports, 99(1), 166-170. doi: 10.2466/pr0.99.1.166-170

Gibbs, G. & Simpson, C.. (2004). Conditions Under Which Assessment Supports Students' Learning. Learning and Teaching in Higher Education. 1. 3-31. 10.1007/978-3-8348-9837-1.

E., Barkley, K.P. Cross, C.H.Major (2014) Collaborative Learning Techniques: a Handbook for College Faculty. Jossey-Bass Higher and Adult Education.

Johnson, D.W., Johnson, R.T., Holubec, E.J., (1999). El Aprendizaje Cooperativo en el aula. Paidós SAICF. Mexico D.F.

Johnson, D. W., Johnson, R., & Smith, K. (2006). Active learning: Cooperation in the university classroom (3rd ed.). Edina, MN: Interaction.

I. Briggs Myers, M. McCaulley, N. L. Quenk, and A. Hammer. MBTI Manual (A guide to the development and use of the Myers Briggs type indicator). Consulting Psychologists Press, third edition, 1998. ISBN 0-89106-130-4.

H. Gough. Studies of the Myers-Briggs Type Indicator in a personality assessment research institute, 1981.

D. Keirsey. Please understand me II. 1998. ISBN 1-885705-02-6

R. Riso, R. Hudson (1999) The Wisdom of the Enneagram: The Complete Guide to Psychological and Spiritual Growth for the Nine Personality Types, Bantam Books.

J. L. Moreno. Who shall survive?. A new approach to the problem of human interrelations. Nervous and Mental Disease Publishing Co, Washington, 1953. doi: 10.1037/10648-000. URL http://content.apa.org/books/10648-000

B. Soloman and R. Felder. Index of Learning Styles Questionnaire. http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html

R. Felder and L. Silverman. Learning and Teaching Styles In Engineering Education. [Engr. Education, 78(7), 674-681.11, 2002

J. Borges, T. Galvão Dias, J. Falcão e Cunha (2009) A new group formation method for student projects Eur J. Eng. Educ., 34 (6), pp. 573-585

R. M. Belbin. Team roles at work. Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2. ed., reprinted edition, 2011. ISBN 978-1-85617-800-6. OCLC 1001724711.

Aranzabal, A., Epelde, E., Artetxe, M. Team formation on the basis of Belbin's roles to enhance students' performance in project based learning, 2022, 38,22-27.

Castro, A., Patera, S., Fernandez, D. ¿Cómo aprenden las generaciones Z y Alpha desde la perspectiva docente? Implicaciones para desarrollar la competencia aprender a aprender, Aula Abierta, 2020, 49, 279 – 285. DOI: 10.17811/rifie.49.3.2020.279-292.

CIDiQ
VI Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química

Camino al Aprendizaje Activo y Cooperativo en Ingeniería Química.

Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

ZTF-FCT
Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología

Asier Aranzabal
asier.aranzabal@ehu.eus
Dpto. Ingeniería Química