

# Diseño de un sistema de evaluación continua basado en competencias en la asignatura de Principios de Ingeniería Química del Grado en Ingeniería Química.

Casimiro Mantell Serrano, Manuel Galán Vallejo

\*Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias

[casimiro.mantell@uca.es](mailto:casimiro.mantell@uca.es)

**RESUMEN:** La docencia en asignaturas de primer curso está habitualmente condicionadas por los diversos perfiles de ingreso que presentan los alumnos, y por una elevada tasa de abandono durante el curso al registrarse una baja tasa de rendimiento. Es por ello que se planteó la necesidad de desarrollar una asignatura con un sistema de evaluación continua basado en competencias, que permita en todo momento al alumno poder determinar el estado de su calificación en la asignatura, para así poder invertir los esfuerzos necesarios para superarla finalmente con éxito. La metodología desarrollada consiste en puntuar las diversas actividades realizadas por el alumno con valores positivo o negativo de forma que irán permitiendo al alumno saber en todo momento cual es su calificación. En el resumen de resultados que se presenta se incluye una descripción del sistema de evaluación, de las actividades desarrolladas en la asignatura, de los resultados obtenidos y del grado de satisfacción de los alumnos.

Por otro lado se describirá la metodología que se desarrolla para la evaluación de las competencias de la asignatura, relacionándose con las actividades propuestas.

**PALABRAS CLAVE:** evaluación, continua, competencias, aprendizaje

## INTRODUCCIÓN

La inclusión en el primer curso del grado en Ingeniería Química de una asignatura introductoria del Grado fue una apuesta de la comisión responsable de la propuesta de plan de estudio. La necesidad de cumplir con la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, formación de Tecnología específica en Química Industrial, condicionaba que existiera una importante carga común en los dos primeros cursos del Grado de asignaturas de la rama de Ingeniería Industrial. Esto hacía que el alumno no tuviera clara la orientación que el título que había seleccionado hasta llegar a tercero del Grado. La propuesta de incluir en el segundo semestre del Grado de una asignatura denominada "Principios de Ingeniería Química" fue bien acogida y tiene su reflejo en un elevado número de Grados a nivel nacional. En los planes a extinguir del título de Ingeniero Químico tiene su antecedente en la asignatura de "Principios de los Procesos Químicos".

La coexistencia de esta asignatura con otras más genéricas tales como las relacionadas con la Física, Matemáticas o Dibujo Técnico, y el bajo perfil de entrada de los alumnos matriculados en el grado en estas materias, obligaba a invertir un gran esfuerzo para alcanzar con éxito las competencias del título. Esto hacía que en asignaturas con una complejidad más baja, los resultados obtenidos no fueran lo satisfactorios que pudiera esperarse. La asignatura de principios de los procesos químicos ha tenido en los últimos años la tasa de éxito, eficiencia y rendimiento que aparece recogida en la tabla 1. Esos resultados, que en general son poco satisfactorios, se atribuyen a falta de motivación de los alumnos, concentración de esfuerzos en asignaturas más complejas y exceso de confianza en la asignatura.

Curso académico	Matrículas	Tasa éxito	Tasa rendimiento	Tasa eficiencia
2001-02	99	61.2%	52.5%	82.5%
2002-03	71	82.3%	71.8%	59.3%
2003-04	52	68.3%	53.8%	71.8%
2004-05	47	71.1%	57.4%	79.4%
2005-06	39	84.8%	71.8%	77.8%
2006-07	29	71.4%	69.0%	83.3%
2007-08	23	81.8%	78.3%	75.0%
2008-09	26	83.3%	76.9%	95.2%
2009-10	41	78.8%	63.4%	78.8%

**Tabla 1.** Tasas de éxito, rendimiento y eficiencia de la asignatura de principios de los procesos químicos en los últimos años.

Es por ello que se propone desarrollar un sistema de evaluación continua que facilite el trabajo continuado de los alumnos en esta asignatura, permitiéndoles superarlas con éxito sin la necesidad de presentarse al examen final. El sistema propuesto permite al alumno conocer en todo momento cual es su calificación y en que invertir sus esfuerzos para poder mejorarla o mantenerla.

Los objetivos propuestos al presentar el presente proyecto de innovación docente fueron dos: por un lado es el diseño de un método de enseñanza/aprendizaje basado en competencias que minimice la importancia del examen final; y por otro lado, plantear un sistema de evaluación que capte la atención y motivación del alumnado por la asignatura, minimizando el fracaso y la tasa de abandono de la misma.

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

El sistema de calificación de la asignatura consiste en asociar la nota final a una cantidad económica en euro, de

forma que la calificación final será la cantidad en euros obtenida por el alumno dividida por 100.

Al comenzar la asignatura el alumno recibe una hoja de contabilidad en la que la cantidad inicial asignada es de 500€. Esa cantidad está relacionada con una calificación de 5,00 – aprobado. Durante el curso se irán proponiendo diversas actividades que tendrán una valoración en euros. Si el alumno alcanza los objetivos propuestos en la actividad, obtendrá la cantidad total en euros y si no los alcanza, se le restará la cantidad total en euros. De esta forma en todo momento conocerá su contabilidad y por tanto su calificación final.

Al finalizar la asignatura el alumno presenta su contabilidad, que tendrá que coincidir con la del profesorado, y automáticamente se le asigna su nota.

Algunas actividades, tendrán valores intermedios tanto positivos como negativos, con la siguiente correlación, considerando una evaluación convencional de 0 a 10 (supongamos una actividad valorada en 50€ a modo de ejemplo):

- Obtener menos de 3 puntos sobre 10, equivale a restarle la cantidad asignada a la actividad (-50€ en el ejemplo)
- Obtener entre 3 y 5 puntos sobre 10, equivale a restarle la mitad de la cantidad asignada (-25€ en el ejemplo)
- Obtener entre 5 y 7 puntos sobre 10, equivale a 0€
- Obtener entre 7 y 9 puntos sobre 10, equivale a sumarle la mitad de la cantidad asignada (+25€ en el ejemplo)
- Obtener más de 9 puntos sobre 10, equivale a sumarle la cantidad asignada (+50€ en el ejemplo).

## COMPETENCIAS, ACTIVIDADES Y EVALUACIÓN

A continuación se realiza una descripción de las actividades propuestas durante el curso para cada una de las competencias a desarrollar en la asignatura, junto con la evaluación propuesta. En la figura 1 se presenta una distribución temporal de los euros puestos en juego en cada una de las semanas, con objeto de presentar una distribución de la carga de trabajo durante el curso. Por otro lado, en la figura 2, se incluye el valor promedio de los euros obtenidos en cada una de las actividades durante el curso 2011-12.

1- Competencia: Identificar las operaciones características de los procesos químicos, sus fundamentos ingenieriles y utilizar herramientas básicas de la Ingeniería Química

- Exámenes tipo test de los temas de la asignatura. Se han realizado 10 test on-line de tres respuestas posibles, una solo verdadera, teniendo cada examen una evaluación de +/-20€. El alumno dispone en el campus virtual de todos los temas de la asignatura así como de varias presentaciones. Semanalmente, el alumno tendrá que realizar los exámenes tipo test de la asignatura.

La calificación se realiza automáticamente en el campus virtual de la asignatura.

- Exámenes de preguntas cortas con una evaluación de +/-20€. Se realizarán de forma presencial en el aula coincidiendo con una actividad de presentación oral de los siguientes temas propuestos:

Grupo 1. Tipos de bombas para la impulsión de fluidos.  
10 de abril.

Grupo 2. Operaciones de separación controladas por el transporte de cantidad de movimiento. 12 de abril

Grupo 3. Tipos de intercambiadores de calor. 17 de abril

Grupo 4. Destilación y rectificación. 19 de abril

Grupo 5. Extracción sólido/líquido y líquido/líquido 24 de abril

Grupo 6. Almacenamiento y transporte de materiales. 26 de abril

Grupo 7. Operaciones controladas conjuntamente por el transporte de materia y energía. 3 de mayo

Grupo 8. Reactores químicos. 8 de mayo

Se han realizado ocho exámenes y la corrección la ha realizado el profesorado de la asignatura.

- Resúmenes ejecutivos de los temas de la asignatura. El alumno tendrá que presentar 12 resúmenes ejecutivos manuscritos de cada tema de la asignatura con una evaluación de +/-20€ con una extensión máxima de dos folios. Además incluirá una valoración personal de la importancia del tema en la Ingeniería Química y un esquema del tema.

La corrección la realiza el profesorado de la asignatura.

- Elaboración de un glosario de la asignatura con 200 términos descritos y trabajados en la asignatura. El glosario se realizará manuscrito y tendrá una valoración de +/-100€.

La corrección la realiza el profesorado de la asignatura.

2- Competencia: Capacidad para comunicarse con fluidez de manera oral y escrita en la lengua oficial del título

- Exposición oral de un tema relacionado con operaciones unitarias. La presentación se realizó en grupos de 5-6 miembros que se constituyeron al principio de la asignatura alfabéticamente. El grupo trabajará unido en esta actividad y en otras que se desarrollen en la asignatura. Para evaluar esta actividad se ha utilizado un sistema de rúbrica en donde se asignaron puntos en base a diversos aspectos relacionados por la comunicación oral (1). Los aspectos a analizar fueron los siguientes:

- o Intervienen en las situaciones de intercambio verbal.
- o Trasmite información relevante.
- o Controla suficientemente sus nervios para expresarse en público.
- o Las presentaciones están estructuradas, cumpliendo con los requisitos exigidos, si los hubiera.
- o Es sus presentaciones utiliza medios de apoyo.
- o Sabe responder a las preguntas que se le formulan.

Esta actividad es evaluada por sus compañeros, por el profesorado de la asignatura, y mediante una autoevaluación utilizando un formulario impreso. La valoración de esta actividad será de +/-100€ y las presentaciones se grabaron en video para poder ser analizadas posteriormente en el aula.

Por otro lado, se ha organizado un taller sobre como hablar en público preparado y desarrollado por un alumno de quinto del título de Ingeniero Químico: José Manuel Ortega Romero.

3- Competencia: Capacidad para trabajar en equipo

A principio de la asignatura se formaron ocho grupos en el aula y se les indicará que en todas las sesiones en el aula, se sienten los grupos unidos. Los grupos se formaron

alfabéticamente y trabajaron unidos durante toda la asignatura. Las actividades que han desarrollado en grupo son las siguientes:

- Las exposiciones orales ya comentadas anteriormente.
- Elaboración de un video relacionado con la asignatura. La puntuación de esta actividad será de +/- 80€ y será evaluada por el grupo completo de alumnos, de forma que el mejor video votado por toda la clase, y el profesorado tendrá 80€, e irá disminuyendo hasta el de menor calidad. Los videos presentados pueden encontrarse en las siguientes direcciones:

Primer Premio:

<http://www.youtube.com/watch?v=yYWzfl6DCmk&feature=youtu.be>

Segundo Premio:

[http://www.youtube.com/watch?v=QB95P5\\_QSBY&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=QB95P5_QSBY&feature=youtu.be)

Tercer Premio:

<http://www.youtube.com/watch?v=SZNc8hpLg00>

Accésit:

[http://www.youtube.com/watch?v=6fGn\\_csmb8](http://www.youtube.com/watch?v=6fGn_csmb8)

Accésit:

<http://www.youtube.com/watch?v=qUtyOFzxo0g>

- Actividades diversas en el aula en las que se han propuesto a los alumnos pequeños trabajos relacionados con los contenidos en la asignatura tales como, búsqueda por internet de procesos industriales y su traducción a diagrama de bloques, o realizar un concurso de identificación de operaciones unitarias a partir de imágenes o definiciones. La metodología de estas actividades será muy participativa intentando motivar al alumno a participar en las mismas.

La evaluación de esta competencia se desarrollará de igual manera que en el caso anterior, en este caso, únicamente participaran los integrantes del grupo, para evaluar a cada uno de sus compañeros de grupo, y utilizarán rúbricas en las que se analizarán los siguientes aspectos (1):

- o Realiza las tareas que le son asignadas dentro del grupo en los plazos requeridos
- o Participa de forma activa en los espacios de encuentro del equipo, compartiendo la información, los conocimientos y las experiencias.
- o Colabora en la definición, organización y distribución de las tareas del grupo
- o Se orienta a la consecución de acuerdos y objetivos comunes y se compromete con ellos
- o Toma en cuenta los puntos de vista de los demás y retroalimenta de forma constructiva

4- Competencia: Capacidad de análisis y síntesis. Esta competencia se desarrolla y evalúa en la actividad ya descrita de resúmenes ejecutivos así como en los exámenes de preguntas cortas en los que se analiza la capacidad de los alumnos para resumir y sintetizar los conceptos aprendidos.

5- Competencia: Capacidad para la gestión de datos y la generación de información /conocimiento. La metodología desarrollada en la asignatura favorece el desarrollo de esta competencia ya que un elevado porcentaje de la actividad que se desarrolla en el aula consiste en actividades participativas

en las que el alumno tiene que analizar datos de diversas fuentes para resolver un problema propuesto. Estos problemas pueden ser la elaboración de un diagrama de bloques a partir de datos de internet (con una valoración de +/-10 € cada uno) o localización de operaciones unitarias a partir de su definición (+/-10€).

5- Competencia: Capacidad para la resolución de problemas. Esta competencia se desarrolla en la resolución de problemas de balances de materia y energía, y en problemas de cambios de magnitudes y unidades. La evaluación se desarrollará en el aula mediante un examen presencial de unidades y balances. La valoración de estas actividades es de +/-150€ para las unidades, y +/-100€ para los balances de materia y energía.

6- Competencia: Capacidad de aprendizaje autónomo para emprender estudios posteriores y para el desarrollo continuo profesional. Esta competencia se ha intentado desarrollar de dos formas. Por un lado, fomentando el trabajo autónomo, ya que en el aula no se seguirá un método expositivo y el alumno tendrá que trabajar los temas en las horas no presenciales de la asignatura, evaluándose la adquisición de las competencias en los ya mencionados exámenes tipo test, y de preguntas cortas. Y por otro, conociendo la realidad del ejercicio de la profesión a la que conduce el título de grado. Para ello se han realizado las siguientes conferencias en la asignatura con la temática que se adjunta:

1. Prof Dr. D. José María Gómez Gras catedrático de Organización de Empresa de la Universidad Miguel Hernández. Elaboración del Pre-Curriculum. Formación en competencias para mejorar el curriculum vitae a lo largo de la carrera.
2. Dña. Eva López García. Jefa de Fabricación de la Refinería Gibraltar de San Roque, Cádiz. Perfil profesional del Ingeniero Químico
3. D. Julián Mota Luque, Coordinación de Mantenimiento en la empresa ACERINOX del Campo de Gibraltar. Perfil profesional del Ingeniero Químico.

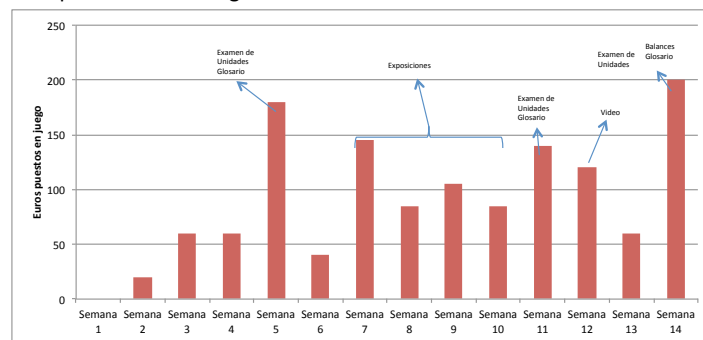


Figura 2. Distribución temporal de los euros puesto en juego a lo largo de la asignatura.

Se han desarrollado un total aproximado de 50 actividades que han sido evaluadas con el método descrito, de forma que el alumno que supere los 500€, no tendrá que asistir al examen final de la asignatura, mientras que el que no alcance esta cifra, tendrá dos opciones: recuperar las actividades que no ha superado, o presentarse al examen final renunciando a la actividad de evaluación continua.

El análisis de las figuras 1 y 2 permite concluir que la distribución de actividades ha sido razonable, siendo necesario reducir algunas actividades que se contabilizan en las semanas 5 y 14, trasladándolas a las semanas 6 y 13.

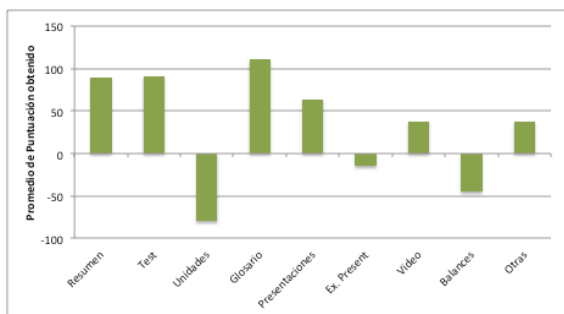


Figura 3. Resultado medio de los euros obtenidos en cada una de las actividades desarrolladas en la asignatura

En relación a los euros obtenidos, hay que intensificar las actividades relacionadas con las unidades y los balances con objeto de aumentar el éxito de estas actividades.

### RESULTADOS OBTENIDOS

En la figura 3 se presenta una distribución de la calificación obtenida por los alumnos de la asignatura.

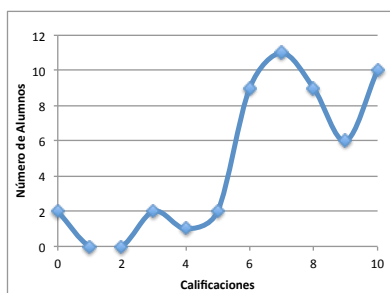


Figura 3. Distribución de calificaciones de los alumnos matriculados en la asignatura.

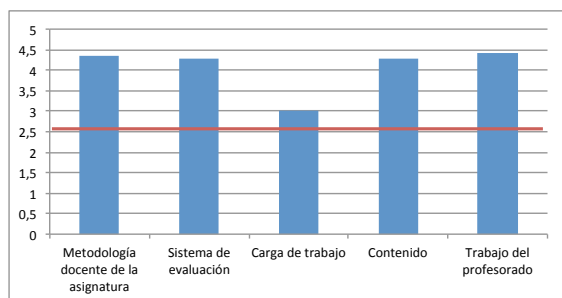


Figura 4. Satisfacción de los alumnos con la asignatura I.

En las figuras 4 y 5 se incluye una valoración del grado de satisfacción de los alumnos con los siguientes aspectos. La muestra ha sido 47 alumnos:

- La metodología docente de la asignatura
- El sistema de evaluación seguido
- La carga de trabajo de la asignatura
- El contenido de la asignatura
- El trabajo desarrollado con el profesorado

Y su respuesta a las siguientes cuestiones, respondiendo Sí/No:

- ¿Estás satisfecho con esta asignatura?
- ¿Estás satisfecho con la labor desarrollada con el profesorado?
- ¿Estás satisfecho con lo que has aprendido en esta asignatura?

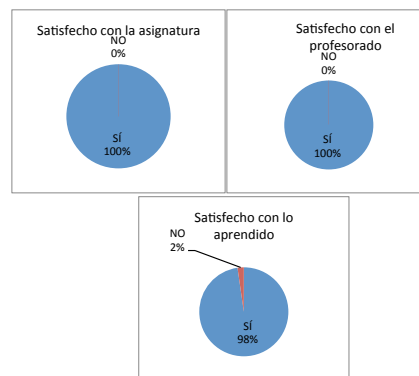


Figura 5. Satisfacción de los alumnos con la asignatura II.

Los resultados obtenidos son altamente satisfactorios, encontrándose una elevada tasa de éxito y de rendimiento. En relación a la satisfacción, los resultados mejoran los obtenidos el curso anterior, en el que se comenzó a desarrollar esta metodología (figura 6).

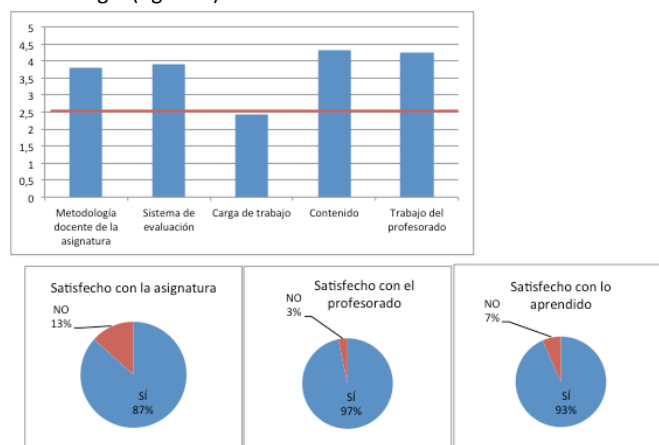


Figura 6. Satisfacción con la asignatura en el curso 2010-11.

### CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA

Se incluyen a continuación las conclusiones y propuestas de mejora para el curso siguiente basado en los resultados obtenidos:

- Mantener el sistema de calificación y evaluación que genera una elevada motivación de los alumnos.
- Trabajar en aquellas actividades que han tenido resultados menos satisfactorios: Unidades, y Balances de Materia y Energía. Desarrollar actividades de tutoría en grupos reducidos con objeto de mejorar el grado de adquisición de las competencias.
- Trasladar actividades a las semanas 6 y 13 con objeto de distribuir la carga de trabajo de los alumnos.

### REFERENCIAS

1. Villa, A y Poblete, M Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. Ed Mensajero S.A.U. 2007.