



Jornadas In-Red 2014  
Universitat Politècnica de València  
Doi\*\*\*\*\*

## Evaluación mediante encuestas al alumnado de la adecuación del uso de simuladores de procesos para mejorar el aprendizaje en Ingeniería Química

María-José Corbatón-Báguena<sup>a</sup>, Silvia Álvarez-Blanco<sup>a</sup>, María-Cinta Vincent-Vela<sup>a</sup> y Jaime Lloret<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Universitat Politècnica de València. C/ Camino de Vera s/n. 46022– Valencia. Valencia. E-mail: macorba@upvnet.upv.es, sialvare@iqn.upv.es, mavinve@iqn.upv.es y <sup>b</sup> Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (IGIC). Universitat Politècnica de València. Calle Paranimf 1. 46730 – Gandia. Valencia. E-mail: jlloret@dcom.upv.es

---

### **Abstract**

*Utilization of commercial process simulators in Engineering courses has increased in the last years as a teaching tool for students. In this work, the influence of the commercial simulator CHEMCAD in the learning process of third-year students of Chemical Engineering is evaluated. By means of their responses in surveys, the general satisfaction of students concerning the methodology followed during the practical lessons is determined. The results demonstrates that most of the students agree the fact that CHEMCAD simulator is useful to calculate complex systems in a faster and easier way, to extrapolate results from lab scale to industrial scale and to understand more easily how several equipments from the chemical industries work. Regarding to the methodology, students opinions were divided although most of them consider it adequate.*

**Keywords:** *Practical abilities, Software for education, Simulators.*

---

### **Resumen**

*El uso de simuladores comerciales de procesos en diversas asignaturas de Ingeniería ha aumentado considerablemente en los últimos años como refuerzo en la enseñanza de los alumnos. En este trabajo, se evalúa la*

*Evaluación mediante encuestas al alumnado de la adecuación del uso de simuladores de procesos para mejorar el aprendizaje en Ingeniería Química*

*influencia del simulador comercial CHEMCAD en el aprendizaje de los alumnos de tercer curso del Grado en Ingeniería Química. Mediante la respuesta de los alumnos a distintas preguntas formuladas en encuestas se ha determinado la satisfacción general de los mismos respecto a la metodología seguida durante la realización de las clases prácticas. Los resultados indican que la mayoría de los alumnos destacan la utilidad del simulador CHEMCAD para realizar cálculos de sistemas complejos de una manera más rápida y sencilla, para extrapolar sistemas de escala laboratorio a escala industrial y para comprender más fácilmente el funcionamiento de distintos equipos propios de la industria química. En cuanto a la metodología, existe una mayor división de opiniones entre el alumnado, aunque la mayoría la considera adecuada.*

**Palabras clave:** *Habilidades prácticas, Software para Educación, Simuladores.*

## 1. Introducción

El aumento considerable del uso de simuladores de procesos en distintos ámbitos industriales durante los últimos años ha promovido la implantación de estos sistemas en los planes de estudio de diversas titulaciones, entre ellas, la Ingeniería Química (Dahm, 2002). Entre las muchas ventajas de los simuladores comerciales de procesos se pueden destacar las siguientes: disponen de un amplio banco de datos de distintos componentes, permiten evaluar los distintos modos de funcionamiento de un proceso o equipo, realizando su dimensionamiento y es posible modificar las variables que intervienen en un proceso o equipo y proponer alternativas de operación del mismo (Toselli, 2009). Por este motivo, cada vez más asignaturas complementan las clases teóricas con prácticas en las que los alumnos utilizan los simuladores comerciales para desarrollar trabajos en grupo (García, 2008a). Además, actualmente están apareciendo múltiples tipos de simuladores gratuitos, en su gran mayoría de código libre, que han facilitado su incorporación en múltiples áreas (García, 2008b).

La utilización de estos simuladores comerciales presenta numerosos beneficios en el aprendizaje de los alumnos (Díaz, 1992; Zumalacárregui, 2001; Wankat, 2002). Entre ellos cabe destacar la facilidad de comprensión de los conceptos teóricos y de la representación de los procesos químicos a estudiar. Díaz y Zumalacárregui (Díaz, 1992) calcularon balances de masa en sistemas complejos mediante simuladores como medio de enseñanza

en alumnos de tercer año de la titulación de Ingeniería Química. Zumalacárregui de Cárdenas y Valverde Palomino (Zumalacárregui, 2001) plantearon un ejercicio práctico a alumnos de la asignatura de Simulación de Procesos de la titulación de Ingeniería Química basado en el diseño de una central térmica de gasificación integrada con ciclo combinado mediante el simulador HYSYS. Mediante este ejercicio, los alumnos reforzaron conceptos teóricos estudiados durante la titulación así como cualidades relacionadas con el trabajo en grupo (responsabilidad, ejercicio correcto de la crítica y habilidad de la comunicación oral). Wankat (Wankat, 2002) utilizó el simulador ASPEN PLUS en clases prácticas con alumnos de Ingeniería Química. Los resultados de las encuestas demostraron que el aprendizaje de los alumnos mejoró tras la utilización del simulador. Además, los alumnos valoraron positivamente su uso como medio para comprender mejor los conceptos teóricos.

La estructura del artículo es como sigue a continuación. En la sección 2 presentamos los objetivos del trabajo. El desarrollo de innovación, incluyendo la metodología y la evaluación se incluye en la sección 3. La sección 4 muestra los resultados obtenidos en el presente trabajo. Finalmente, la sección 5 incluye las conclusiones.

## **2. Objetivos**

El principal objetivo de este estudio consiste en evaluar la influencia de la utilización de un simulador comercial de procesos (CHEMCAD) (Chemcad, 2014) en el aprendizaje de alumnos de tercer curso del Grado en Ingeniería Química. Tras la realización de diversas clases prácticas con el simulador se ha determinado el grado de satisfacción de los alumnos con el uso del simulador y con la metodología seguida en las clases mediante una serie de encuestas realizadas al final del curso.

## **3. Desarrollo de la Innovación**

### **3.1. Metodología**

En el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la Universitat Politècnica de València se dispone del software CHEMCAD para impartir las clases prácticas de simulación de procesos correspondientes a asignaturas de tercer curso del Grado en Ingeniería Química. Su empleo se ha estructurado de un modo gradual, comenzando por la simulación de equipos sencillos de manera individual hasta llegar a plantear un ejercicio práctico en el que distintas operaciones intervienen de manera conjunta.

Se realizaron un total de cuatro clases prácticas con el simulador CHEMCAD en grupos reducidos de alumnos (aproximadamente 15 alumnos por grupo). Cada alumno disponía de un ordenador donde realizar los distintos ejercicios planteados y unos apuntes de referencia



(Percepción inicial de los alumnos, Valoración de las clases prácticas y Satisfacción general), tal y como se observa en la Tabla 1.

A cada una de dichas preguntas, los alumnos respondieron de acuerdo con el siguiente código numérico:

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Normal
4. De acuerdo
5. Muy de acuerdo

La evaluación de las preguntas de cada bloque se realizó promediando el número de preguntas con la puntuación obtenida en cada una de ellas según el código numérico anterior. La puntuación global de cada uno de los bloques se realizó promediando la puntuación de cada una de las preguntas de dicho bloque con el número de preguntas. Además, se calculó la desviación estándar para cada una de las preguntas planteadas. La puntuación y los valores de desviación estándar obtenidos en cada pregunta se muestran en la Tabla 1.

*Evaluación mediante encuestas al alumnado de la adecuación del uso de simuladores de procesos para mejorar el aprendizaje en Ingeniería Química*

**Tabla 1. Listado de preguntas: puntuación y desviación estándar**

Pregunta	Puntuación	Desviación estándar
<i><u>Bloque 1. Percepción inicial de los alumnos</u></i>	4	
1.1. Un simulador permite realizar cálculos de sistemas complejos de una manera más rápida y sencilla.	4	0.79
1.2. Es posible extrapolar sistemas de escala laboratorio a escala industrial mediante el uso del simulador.	4	0.71
1.3. La interfaz gráfica del simulador ayuda a comprender el funcionamiento de distintos equipos utilizados en la Ingeniería Química.	4	0.80
<i><u>Bloque 2. Valoración de las clases prácticas</u></i>	3	
2.1. Una breve explicación teórica sobre el funcionamiento del simulador al comienzo de la clase resulta útil para la posterior realización de los ejercicios.	4	1.07
2.2. La división de las clases de acuerdo con el tipo de sistema/equipo permite entender mejor la asignatura.	3	1.17
2.3. El porcentaje asignado en la asignatura a las clases prácticas con el simulador es adecuado.	3	0.94
2.4. Debería haber un mayor número de clases prácticas con el simulador.	3	1.17
<i><u>Bloque 3. Satisfacción general</u></i>	3	
3.1. El uso del simulador ayuda a comprender mejor los conceptos teóricos.	3	1.02
3.2. Considero que la metodología seguida en las clases prácticas es adecuada.	3	1.11
3.3. La división entre las clases teóricas y prácticas ayuda a los alumnos a asimilar mejor los conceptos.	3	0.95
3.4. El uso del simulador ayuda a entender mejor los procesos propios de la Ingeniería Química.	4	0.87
3.5. En general, considero positivo el uso del simulador CHEMCAD.	3	1.01

#### 4. Resultados

A partir de los datos mostrados en la Tabla 1 se puede concluir que la percepción inicial de los alumnos es muy favorable a la utilización del simulador CHEMCAD, puesto que la puntuación media del Bloque 1 es de 4. Además, en este bloque la mayoría de los alumnos coincidían en las ventajas que ofrece el simulador CHEMCAD para realizar cálculos de sistemas complejos de una manera más rápida y sencilla, para extrapolar sistemas de escala laboratorio a escala industrial y para comprender más fácilmente el funcionamiento de distintos equipos utilizados en las industrias del sector químico.

En el Bloque 2, los alumnos valoraron la metodología seguida durante las clases prácticas con el simulador. En este caso, existe una mayor diferencia de opiniones entre el alumnado, con valores de desviación estándar alrededor de 1. A pesar de ello, la mayoría de los alumnos se muestra de acuerdo con que se realice una breve explicación teórica al inicio de cada clase sobre cada uno de los equipos o procesos a simular. Por otra parte, los alumnos discrepan en cuanto a la división de las clases de acuerdo con el tipo de sistema/equipo y el número de clases prácticas con el simulador para comprender mejor la asignatura, aunque la mayoría consideran adecuados ambos aspectos. Para mejorar este aspecto, se podrían plantear distintas alternativas. Una de ellas consistiría en aumentar el número de clases prácticas simulando en las últimas procesos de mayor dificultad donde los alumnos deban escoger de manera justificada el tipo de equipo o sistema. De esta forma, se mantendría la división en función del sistema/equipo en las primeras clases a la vez que en las últimas los alumnos refuerzan los conocimientos adquiridos con más ejercicios adicionales donde intervienen distintos equipos. Otra de las alternativas implicaría proponer a los alumnos un ejercicio puntuable a entregar por grupos. Así, además de poner en común lo aprendido en las clases prácticas, se potencian en los alumnos otras habilidades, como el trabajo en equipo o la comunicación oral.

Finalmente, en el Bloque 3 sobre la satisfacción general de los alumnos, la diferencia de opiniones en cuanto a la metodología seguida durante las clases prácticas queda reflejada en la puntuación de las preguntas 3.2. y 3.3. y en la puntuación global del bloque (ver Tabla 1). En estos casos, la puntuación obtenida fue de 3. Por el contrario, la desviación estándar es menor en el caso de la pregunta 3.4. sobre si el uso del simulador permite comprender mejor los procesos propios de la Ingeniería Química. En este caso, la mayoría de los alumnos se mostraron de acuerdo con la pregunta planteada, obteniéndose una puntuación de 4.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la influencia del simulador comercial CHEMCAD en el aprendizaje de alumnos de tercer curso del Grado en Ingeniería Química. A partir de las respuestas obtenidas por los alumnos mediante una encuesta, se puede concluir lo siguiente:

- La mayoría de los alumnos consideran positivo la utilización de CHEMCAD para agilizar cálculos complejos, realizar un cambio de escala de un proceso o equipo y comprender el funcionamiento de los mismos.
- Existe división de opiniones en cuanto al número de clases prácticas y la división de las mismas de acuerdo con el tipo de equipo/proceso, discrepando sobre la metodología seguida en las clases.
- Distintas medidas podrían implementarse para tratar de mejorar la opinión de los alumnos en cuanto a la metodología seguida, aumentando el número de clases prácticas y realizando ejercicios de mayor dificultad o bien proponiendo un ejercicio entregable por grupos para fomentar el trabajo en equipo.

En futuros trabajos observaremos cómo influyen otros simuladores en el aprendizaje de los alumnos. Además, se aplicaran otras metodologías didácticas para poder observar si se puede alcanzar mas efectividad en la enseñanza utilizando dicho CHEMCAD.

## 6. Referencias

CHEMCAD website (2014), Disponible en <http://www.chemstations.com/>

DAHM, K., HESKETH, R.P., SAVELSKI, M.J. (2002). "Is process simulation used effectively in ChE courses" en *Chemical Engineering Education*. 36 (3), 192-203.

DÍAZ J., ZUMALACÁRREGUI L. (1992). "Aplicación de las técnicas de computación en las asignaturas de la disciplina Principios de Ingeniería Química" en *Educación Química*. 3 (4), 280-283.

GARCÍA PINEDA M., BORONAT SEGUÍ F., LLORET MAURI J. (2008a). "Network simulators comparative from the educational point of view". En: *International Technology, Education and Development Conference (3-5 Marzo 2008, Valencia)*.

GARCÍA, M., COLL, H., BRI, D., LLORET, J., (2008b). "Software Tools and Simulators in the Education of Engineering of Telecommunications", En: *The 5th WSEAS / IASME International Conference on ENGINEERING EDUCATION (EE'08) (22 al 24 de Julio de 2008, Heraklion, Creta (Grecia))*.

TOSELLI L.A. *et al.* (2009). "Aplicación del Simulador ChemCAD™ en la Enseñanza en Carreras de Ingeniería" en *Formación Universitaria*. 2 (3), 19-24.

*María-José Corbatón-Báguena, Silvia Álvarez-Blanco, María-Cinta Vincent-Vela y Jaime Lloret*

WANKAT P.C. (2002). "Integrating the Use of Commercial Simulators into Lecture Courses" en *Journal of Engineering Education*. 91 (1), 19-23.

ZUMALACÁRREGUI L., VALVERDE J.L. (2001). "Ejemplo para el uso de un simulador en los estudios de ingeniería química" en *Educación Química*. 12 (4), 203-208.