

SIMULADORES DE PROCESOS EN LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Julieta Martínez, Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Salta – U.N.Sa. INIQUI.
CiUNSa, julemartinez@gmail.com

Silvia Estela Zamora, Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Salta,
szamora256@gmail.com

Judith Macarena Vega, CONICET. INIQUI. CiUNSa, maju.iq@gmail.com

Resumen— La simulación de procesos es una forma de obtener información sobre el comportamiento esperado del proceso, lo que facilita la toma de decisiones bajo condiciones de riesgo e incertidumbres. Si bien son las personas las que toman las decisiones, las soluciones asistidas por computadoras y software facilitan la tarea.

La importancia del uso de los software Aspen HYSYS® (Licencia de la Facultad de Ingeniería - UNSa) y COCO Simulador (Licencia Libre) en carreras de Ingeniería Química radica en que se puede simular la estructura de sistemas complejos del mundo real pudiendo trabajar con plantas de procesamiento, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias, manipulando diferentes variables, tanto de diseño como de operación, dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos, para el funcionamiento del sistema.

El objetivo general de este trabajo es mostrar la percepción, el conocimiento de los estudiantes con respecto a los softwares de simulación, por medio del análisis de las encuestas realizadas a ellos. Así como las competencias desarrolladas en el uso de los softwares después de realizar el curso. La importancia del uso de estos softwares en carreras de ingeniería, radica en que se pueden simular tanto equipos individuales como procesos químicos completos, pudiendo trabajar con plantas de procesamiento, permitiendo a los estudiantes evaluar variables, cambiar condiciones operativas y optimizar dichos procesos.

Palabras clave— *Simulación, Procesos, HYSYS, COCO SIMULATOR.*

1. Introducción

La etapa de simulación se puede considerar como una más dentro del ciclo de actividades secuenciales para el diseño del proceso, y no como la herramienta para el diseño. (Scenna [13]).

La simulación de procesos es una forma de obtener información sobre el comportamiento esperado del proceso, lo que facilita la toma de decisiones. El tomador de decisiones debe contemplar que las diferentes técnicas o simulaciones son una forma más de obtener información para la toma de decisión sobre una propuesta esperada bajo condiciones de riesgo e incertidumbres. Si bien son las personas las que toman las decisiones, las soluciones asistidas por computadoras y softwares facilitan la tarea. Los resultados del análisis de decisiones pueden ayudar a identificar cuán sensible es una decisión a todos los factores involucrados, determinando la conveniencia de seguir adelante o de recopilar más información, y finalmente orientando a quienes toman la decisión en la dirección más beneficiosa, generando decisiones más coherentes.

La simulación es un proceso en el cual se diseña un modelo de un sistema real y se llevan a cabo experiencias con él. El objetivo de una simulación es comprender el comportamiento de un sistema frente a diversas situaciones, e inclusive evaluar nuevas estrategias, dentro de los límites que se imponen por un criterio o conjunto de ellos. Es gracias a esto que desde los años 60 se utiliza la simulación como un método para tomar decisiones estratégicas, dada la habilidad de imitar problemas reales y permitir el análisis de estos a medida que cambian las condiciones de entorno.

Dentro de la industria los simuladores son útiles en investigación y desarrollo, permitiendo predecir resultados o rangos de trabajo óptimos ya sea en una etapa de diseño o en una planta en funcionamiento, principalmente teniendo en cuenta que el costo típico de una simulación es menos del 1% del costo total de la implementación de un diseño o de un rediseño (Wankat [17]).

Este trabajo se presenta en el marco de un Curso Complementario Optativo (CCO) de la carrera de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Salta (UNSa), estos cursos son parte de los requisitos curriculares que los estudiantes de dicha carrera deben cumplimentar aparte de las materias del plan de estudio. Este curso contó con veinte horas presenciales, seis horas estimadas para la resolución de trabajos prácticos y aproximadamente cuatro horas para la resolución del trabajo integrador, siendo un total de treinta horas las cuales son las que se acreditan al alumno que apruebe el curso. El estudiante debe cumplir con 200 horas de cursos complementarios optativos durante el cursado de la carrera.

Como requisito para realizar este CCO, el estudiante debe tener aprobado el cuarto año de la carrera, por lo que tiene el conocimiento suficiente para diseñar y dimensionar la mayoría de los equipos de procesos, conocimientos que son básicos para poder realizar, interpretar, comprender y analizar simulaciones de operaciones y procesos en softwares de simulación tales como Aspen HYSYS y COCO Simulator, lo que complementa la formación integral del estudiante.

Con el simulador se puede modelar el comportamiento en estado estacionario de un proceso químico, mediante la determinación de las presiones, temperaturas y velocidades de flujo. En la actualidad estos programas utilizados en la simulación de procesos se han extendido al estudio del comportamiento dinámico de los procesos, así como a los sistemas de control y respuesta a las perturbaciones propias de una operación.

El objetivo de este trabajo es mostrar que mediante el uso de los softwares de simulación los estudiantes de Ingeniería Química desarrollan las siguientes competencias:

- Habilidad para usar las herramientas modernas de la ingeniería para la práctica de ésta.
- Habilidad para definir y resolver problemas de ingeniería.

El uso de los simuladores de proceso en las clases aporta significativamente al desarrollo de las competencias descritas anteriormente, puesto que los estudiantes pasan de ser consumidores pasivos de información, que sólo necesitan recordar hasta el próximo examen, a ser los participantes activos en la adquisición y utilización de conocimiento. En este ambiente ellos se auto-motivan para ampliar la información que han aprendido (Posadas [12]).

2. Metodología de Enseñanza

En el curso se introdujo al estudiante a la simulación de procesos mediante un software comercial, HYSYS, y un software libre, COCO SIMULATOR. En este curso se propuso un sistema de tareas participativo e interactivo de manera de potenciar el criterio operativo en el estudiante. Se brindaron clases teórico-prácticas, donde se desarrollaron y se explicaron las distintas herramientas de los softwares, acompañada de ejemplos y de una guía de ejercicios de aplicación a desarrollar por los alumnos. Los estudiantes pudieron observar las diferencias entre un software comercial y uno de uso libre, comparando bases de datos, recursos, complejidad al momento de la instalación, esto pudieron hacerlo con COCO ya que es de acceso libre y gratuito, mientras que HYSYS sólo lo pudieron utilizar en el aula de clases por su acceso restringido, ya que la licencia pertenece a la Facultad de Ingeniería de la UNSa.

Durante el curso se desarrollaron los siguientes temas:

1. Introducción a la Simulación – Simulación de Intercambiadores de Calor.
2. Simulación de Torres de Destilación Binaria.
3. Simulación de Torres de Destilación Multicomponente.
4. Simulación de Torres de Absorción.
5. Simulación de Reactores.

La clase consistía en un breve repaso de la operación unitaria para luego ser simulada en los diferentes softwares, mediante tutoriales realizados por las docentes a cargo del curso, tutoriales basados en Aspen [1] [2] [3] y COCO [8]. Como trabajo final los estudiantes desarrollaron un tutorial de un proceso completo, utilizando el software libre, donde realizaron el paso a paso del desarrollo del proceso elegido. Este proceso fue seleccionado por cada grupo de estudiantes del conjunto de simulaciones que provee el software COCO [8]. En el desarrollo de la propuesta de trabajo los estudiantes tuvieron que sortear inconvenientes, realizar suposiciones propias y salvar circunstancias que se presentaban, para alcanzar la convergencia de las simulaciones.

3. Metodología de Investigación

La metodología de investigación utilizada es cualitativa. Se realizaron dos encuestas a los estudiantes que participaron en el curso, la primera cuando terminaron el curso y la segunda luego de haber resuelto el trabajo final propuesto.

El objetivo de la primera encuesta fue relevar información sobre el conocimiento adquirido acerca de los simuladores, su vínculo con la tecnología asociada a estos, la potencialidad de los mismos y su aplicación en otras materias.

El objetivo de la segunda encuesta fue relevar la opinión y percepción de los estudiantes en torno a las dificultades encontradas durante la realización del trabajo final y su autonomía al momento de aplicar los conocimientos adquiridos.

La primera encuesta realizada a los estudiantes (Encuesta 1), conto con ocho preguntas, siete de las cuales son del tipo SI - NO, y una en la cual los estudiantes tenían que dar sus apreciaciones Positivas, Negativas y Sugerencias. A continuación se listan las preguntas realizadas.

- I. ¿Considera que la temática desarrollada debería estar en el plan de estudio de la carrera?
- II. ¿Considera que son útiles los conocimientos impartidos en el curso? ¿Por qué?
- III. ¿Considera que tiene el nivel de conocimientos necesarios para realizar este curso?
- IV. ¿Considera que la cantidad de horas destinadas al curso fueron las adecuadas?
- V. ¿Considera que el material brindado en el curso fue adecuado?
- VI. ¿Este curso ha aumentado o despertado su interés por los simuladores?
- VII. Apreciaciones:
 - A. Aspectos Positivos
 - B. Aspectos Negativos
 - C. Sugerencias
- VIII. ¿Recomendarías este curso a tus compañeros?

La Encuesta 2 está formada por nueve preguntas, opiniones y apreciaciones, las cuales se citan a continuación:

1. ¿Qué te parecieron los contenidos del curso?
2. ¿Considera que son útiles los conocimientos impartidos en el curso? ¿Por qué?
3. ¿Qué te pareció el trabajo final del curso?
4. ¿Qué dificultades tuviste durante el desarrollo del trabajo final?
5. ¿Considera que el material brindado en el curso fue adecuado para el desarrollo del trabajo final?
6. ¿Qué temas te gustaron más?
7. ¿Qué temas te gustaron menos?
8. Este curso cambio tu opinión acerca de los simuladores
9. Apreciaciones: aspectos positivos, aspectos negativos y sugerencias

4. Resultados y Discusión

De acuerdo a la Encuesta 1, se observan los siguientes resultados, en la Figura 1 se puede apreciar la respuesta SI – NO de los 22 alumnos que realizaron el curso, también se observa que tanto en la pregunta I como en la IV algunos estudiantes dieron su opinión (Op).

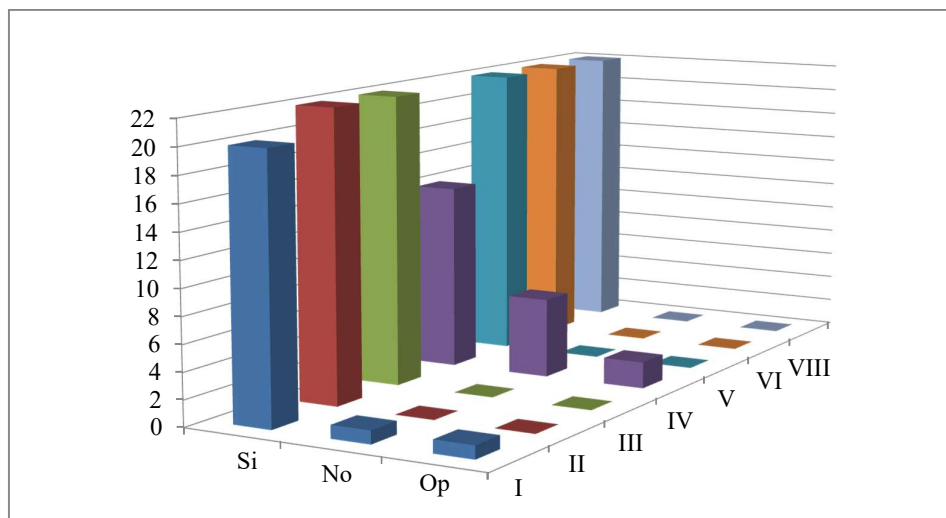


Figura 1. Respuestas a Encuesta 1
Fuente: elaboración propia

Según las respuestas de los estudiantes, puede observarse que creen necesario que se incorpore a la curricula una materia o curso que desarrolle los temas de simulación complementando así su conocimiento sobre el diseño y dimensionamiento de equipos, también recalcan que poseen los conocimientos necesarios para desarrollar las simulaciones propuestas. A la vez, queremos destacar que todos los alumnos coinciden en que su interés por los simuladores de procesos aumento luego de realizar el curso.

De la Encuesta 2, podemos mencionar que a los alumnos les gusto y les resultado útil los contenidos impartidos en el curso. Que pudieron desarrollar en forma autónoma el trabajo final, sorteando los diferentes inconvenientes que surgieron durante la resolución del mismo.

A partir de la evaluación de los trabajos finales apreciamos que los estudiantes, lograron los objetivos propuestos. Pudiendo destacar las siguientes conclusiones:

“Durante el cursado se ha aprendido a simular procesos que involucran algunos equipos vistos durante la carrera, como ser columnas de destilación, reactores, intercambiadores de calor, etc. Esto ayudó a reforzar los conocimientos que teníamos acerca de dichos equipos y/o procesos. El poder modificar diferentes variables y ver los resultados, nos ayuda a comprender el funcionamiento de los mismos, y mejor aún, analizar el comportamiento frente a cambios de diferentes magnitudes.”

“Como estudiante y creemos que, para la vida como profesional, hemos adquirido una gran herramienta, que nos dará una gran ventaja a la hora de resolver problemas referido a ciertos procesos químicos. Saber utilizar un simulador, nos ahorra mucho tiempo, el cual dedicaríamos a cálculos por otros medios. Si bien solo se ha visto una pequeña parte de todo lo que puede realizarse en estos programas, creemos que tenemos la base para poder adentrarnos aún más y sacarle mayor provecho.”

“Otro aspecto importante a destacar es la necesidad de contar con conocimientos acerca de los diferentes procesos y equipos a simular, ya que debemos ser capaces de interpretar los resultados que los mismos arrojan. Hay que tener presente que los cálculos en la mayoría de las veces, nunca son exactos, por lo que es de nuestra responsabilidad analizar la magnitud de los errores y determinar cuándo pueden ser despreciables o no, para no llevar ese error a la realidad.”

5. Conclusiones y recomendaciones

“Dime algo y lo olvidare,
enséñame algo y lo recordaré,
hazme participe de algo y lo aprenderé”.
Confucio

Con los trabajos realizados por los estudiantes, se puede observar que se lograron desarrollar capacidades complejas e integradas. Estas están relacionadas con saberes teóricos, se logró que sea contextual, la situación en una planta de procesamiento, y procedimental ya que adquirieron la capacidad de manejo y uso de software que complementan su formación. A la vez se vinculan con el saber hacer, simular equipos, plantas de procesos que están referidas al contexto profesional ya que se plantean situaciones en que el profesional debe desempeñarse o ejercer. Con el desarrollo de estas actividades se pretende que el estudiante actúe como un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido.

6. Referencias

- [1] ASPEN TECHNOLOGY INC. (2014) *Aspen HYSYS Thermodynamics COM Interface*. Version Number: V8.3. Cambridge, MA: Aspen Technology Inc.
- [2] ASPEN TECH. (2015) *Tutorial Aspen Hysys V8.6*. Toronto: Aspen Tech.
- [3] Aspen Tech. (2015) *Tutorial Manual Aspen Plus V8.6*. Toronto: Aspen Tech.
- [4] BANKS, J. (1998). *Handbook of Simulation: Principles Methodology, Advances, Applications and Practice*. New York: John Wiley & Sons. p.849 (Classics in applied mathematics). ISBN 0471134031
- [5] BEVERIDGE G. (1970) *Optimization: Theory and practice*, Mc- Graw-Hill.
- [6] BIEGLER, L.T.; GROSSMAN, I.E.; WESTERBERG, A.W. (1997) *Systematic Methods of Chemical Process Design*, Prentice Hall, New York.
- [7] CHANG, A.; PASHIKANTI, K.; LIU Y.A. (2012) *Refinery Engineering: Integrated Process Modeling and Optimization*, Wiley — VCH, ISBN: 978-3-527-33357-8.
- [8] COCO Simulator: <http://www.cocosimulator.org/>
- [9] DOUGLAS, J.M. (1998) *Conceptual Design of Chemical Processes*, McGraw- Hill, Boston.
- [10] GEANKOPLIS C.J. (1998) *Procesos de transporte y operaciones unitarias*, Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México.

- [11] MARTÍNEZ, V.H.; ALONSO P.A.; LÓPEZ, J.; SALADO, M.; ROCHA, J.A. (2000) *Simulación de Procesos en Ingeniería Química*, Plaza y Valdés, México D.F..
- [12] POSADA MEJÍA, M.M. y ZAPATA ZAPATA, N. (2006) “*Propuesta metodológica para la aplicación de Simuladores de Proceso en las asignaturas de Ingeniería de Procesos*”, Universidad Eafit Escuela de Ingeniería Departamento de Ingeniería de Procesos. Medellín.
- [13] SCENNA N. (1999) *Modelado, Simulación y Optimización de Procesos Químicos*, UTN, <http://www.edutecne.utn.edu.ar/modelado-proc-quim/modelado-proc-quim.pdf>.
- [14] SPEIGHT, J.G., (1998) *The Chemistry and Technology of Petroleum*, Third Ed, New York.
- [15] TREYBAL R.E., (1980) *Transferencia de masa - 2º Edición* McGraw-Hill, México, ISBN 968 6046 34 8.
- [16] TURTON, R.; BAILIE, R.C.; WHITING, W.B. (1997) *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*, Prentice Hall, New York.
- [17] WANKAT, P. (2002). *Integrating the Use of Comercial Simulators into Lecture Courses. Purde University*. En: *Journal of Engineering Education*. No. (Ene. 2002), p.19-23.