

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE COMPUTACIÓN EN LAS ASIGNATURAS DE LA DISCIPLINA "PRINCIPIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA"

Jorge Luis Díaz Rodríguez,
 Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas*

En la actualidad, la ingeniería química se encuentra a nivel mundial en un periodo importante, caracterizado por la influencia creciente del desarrollo de la computación, los nuevos descubrimientos en el campo de la biología, la genética, la electrónica y los nuevos materiales. La reorganización de la industria tradicional es otro elemento de indudable influencia. La década de los ochenta, precisamente, se ha caracterizado por un enorme desarrollo de dichos campos, cuyos avances abren a la ingeniería química nuevas esferas de acción o de ampliación de los ya existentes.

En particular, fue a partir de la década de los sesenta donde comenzó la introducción de las técnicas de computación aplicadas a esta especialidad con una marcada fuerza, convirtiéndose la computadora en un recurso didáctico de envergadura en la formación de ingenieros, siendo raro en la actualidad encontrar un plan de estudios de ingeniería que no recurra al empleo de las computadoras como un apoyo para llevar a cabo las actividades educativas.

Así, tres usos principales de las computadoras se han impuesto en la enseñanza:

a) la instrucción con ayuda de la computadora que implica una interacción entre el alumno y el programa de instrucción,

b) la instrucción administrada por computadoras,

c) la simulación por computadora.

El primero de ellos, la instrucción con ayuda de la computadora, está actualmente altamente desarrollado y es, sin duda, una ayuda muy efectiva en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, requiere de materiales de trabajo, desde el punto de vista pedagógico, cuidadosamente planeados y desarrollados, así como una inversión de capitales de cierta importancia, en equipos, para hacer posible el acceso de forma individual de cada estudiante a la computadora.

Es indudable que el estudiante de ingeniería química debe aprender a aplicar paquetes y procedimientos computacionales en los cursos que lo requieran, aunque no como un fin en sí mismo, sino como una herramienta para agilizar la solución de problemas de su especialidad y por ello los cursos de computación, al igual que los

de matemáticas, deben gobernarse por el mismo enfoque: como una herramienta de cálculo cada vez más indispensable.

Así, en el currículo del ingeniero químico del presente y del futuro, debe existir un fortalecimiento del empleo de la computación en el manejo o solución de problemas relacionados con su especialidad como parte fundamental e imprescindible de su formación, para lograr que sean capaces de poseer un adecuado dominio de las técnicas de computación en la aplicación a su campo de actividad como una herramienta de trabajo indispensable y que les permita ser capaces de:

a) confeccionar programas de computación sencillos y de mediana complejidad,

b) explotar eficientemente los programas disponibles para la resolución de tareas concretas incluyendo los procesadores de textos,

c) evaluar críticamente programas de computación confeccionados por otros,

d) utilizar las técnicas computacionales disponibles para fines de mayor envergadura como son la simulación de procesos, el control de procesos, el manejo de base de datos, etcétera.

En Cuba, a partir de los años iniciales de la década de los ochenta, se comienzan a experimentar los mayores cambios en el Sub-Sistema de Educación Superior. Se inicia así un salto cualitativo en el campo de los medios de enseñanza, como consecuencia de la introducción en los centros de educación superior de un número considerable de computadoras escolares y profesionales, lo cual ha permitido obtener los logros en este sentido alcanzados hoy en día en todo este subsistema educacional y, por supuesto, en la especialidad de ingeniería química.

Esta introducción masiva de computadoras personales obligó a establecer un plan directo de uso de la computación en la formación del ingeniero químico cuyo objetivo central era formar, durante la carrera, hábitos y habilidades en los estudiantes, que empleando las técnicas de computación como una herramienta de trabajo, les permitan ir desde el manejo adecuado del sistema máquina hasta su explotación con fines especí-

*Depto. de Ing. Química,
 Facultad de Química,
 ISPJAE, Cd. de la Habana, Cuba.

Recibido:
 12 de enero de 1992

Aceptado:
 4 de abril de 1992

ficos para lograr un estudio más completo de los procesos, de las condiciones operacionales, de su comportamiento físicoquímico, de su proyección, etcétera. Así se establecieron tres niveles de formación y que pueden resumirse en:

1. *Nivel de formación básica.* Su esfera de actuación está centrada fundamentalmente en el primer y segundo años de la carrera y su objetivo principal es consolidar hábitos y habilidades en el estudiante que permitan el manejo adecuado de los medios de cómputo, la confección estructurada de pequeños programas basados en los contenidos de las asignaturas ya conocidas, técnicas de gráficos, de escritura de textos, procesamiento de resultados experimentales, etcétera.

2. *Primer nivel específico de la formación ingenieril.* Su esfera de actuación está centrada en el tercer año de la especialidad y los objetivos durante este nivel están vinculados a la algoritmización y explotación de programas de problemas de ingeniería (balances de masa y energía, flujo de fluidos y separaciones mecánicas, análisis termodinámico de procesos y equipos, etcétera), dados hasta ese momento.

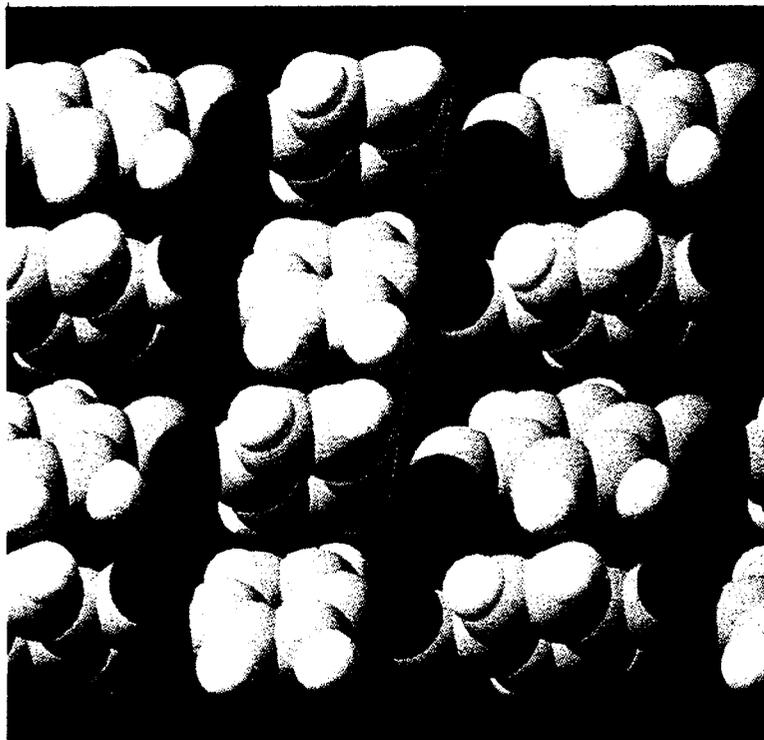
3. *Segundo nivel específico de la formación ingenieril.* Abarca fundamentalmente los últimos años de la especialidad — cuarto y quinto. Por las asignaturas ya recibidas, el estudiante puede acometer tareas que impliquen análisis operacionales y energéticos complejos con soluciones de proyecto, de simulación y de optimización por vía computacional, así como el empleo de lenguajes profesionales de simulación.

4. Finalmente, el trabajo de diploma o tesis de grado permite, por la formación adquirida, el uso de las técnicas de computación en su más amplio sentido.

El cumplimiento de este plan directo permitió definir cómo y en qué forma se incluiría la computación en las asignaturas que componen las diferentes disciplinas. Cada plan confeccionado estableció por etapas las tareas a realizar en cuanto a la organización y desarrollo del *software* necesario para cumplir los objetivos de cada nivel, así como la impresión de los materiales necesarios de apoyo. Como aspecto complementario, se definió el plan de formación de cada profesor en función de las necesidades de cada asignatura y/o disciplina. Indiscutiblemente, los éxitos que hoy se muestran en la Facultad de Ingeniería Química son el resultado del cumplimiento a cabalidad de dicho plan.

La disciplina Principios de Ingeniería Química, cuyas experiencias en el uso de la computación se expondrán a continuación, está conformada por las siguientes asignaturas:

- Introducción a la Ingeniería Química (Balance de masa y energía).
- Termodinámica Técnica (Evaluación de propiedades termodinámicas de los fluidos reales y evaluación energética de procesos y equipos termoenergéticos y de la producción de frío).
- Termodinámica Química (Evaluación cuantitativa



del equilibrio líquido-vapor y del equilibrio químico).

- Proyecto de curso del tercer año.

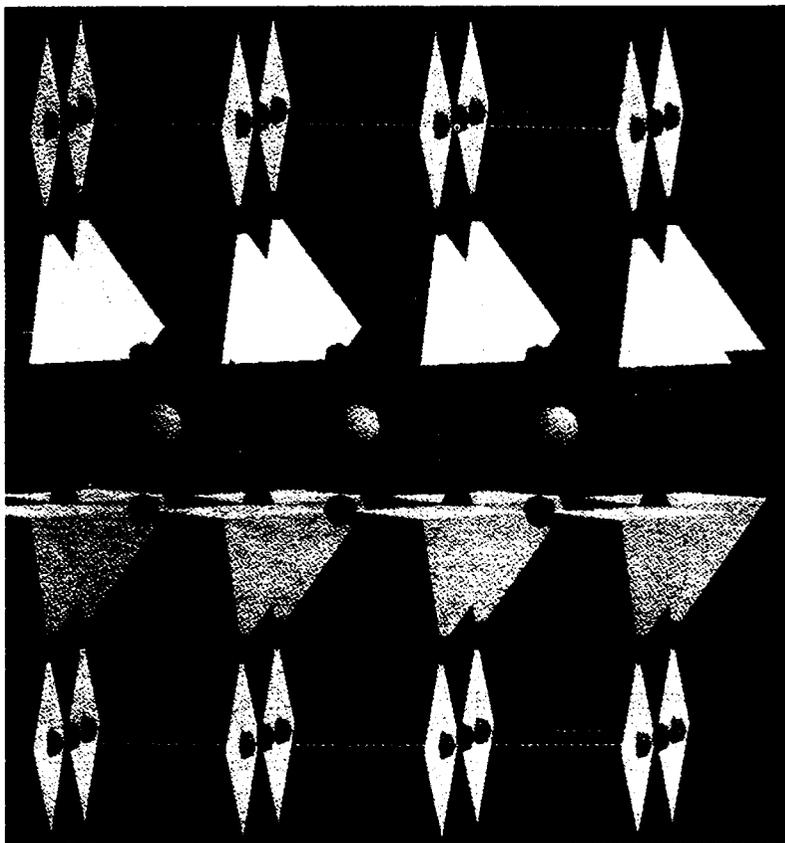
Estas asignaturas se desarrollan en su mayoría en el tercer año de la carrera y sólo una de ellas en el primer semestre del cuarto año por lo que, desde el punto de vista del plan director, el uso de las técnicas de computación están vinculadas con los objetivos del primer nivel específico.

Esta disciplina es de vital importancia en los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Química por su doble carácter. En primer lugar, tiene un contenido base de prácticamente todas las disciplinas posteriores y, en segundo lugar, tiene un carácter terminal o del ejercicio de la profesión por la gran cantidad de problemas que un ingeniero químico puede resolver en su ejercicio profesional haciendo uso directo de los conocimientos y habilidades adquiridas en esta disciplina; ella no es más que una termodinámica aplicada al campo de la ingeniería química como rama independiente de la termodinámica y con personalidad propia.

La utilización de la computación en las actividades docentes de la disciplina pueden ser agrupadas en dos grandes campos:

a) Como medio de enseñanza

Consiste en la utilización de los equipos de cómputo con el objetivo de mostrar, en forma concreta, fenómenos que en otras condiciones resultan imposibles o muy difíciles; puede concebirse como el uso de la computación en demostraciones de diferentes tipos garantizando que todos los estudiantes puedan observar claramente lo que se desea mostrar. En la disciplina se emplea funda-



mentalmente en la actividad de clase práctica o clase de problemas a resolver por el alumno. Este tipo de clase tiene como objetivos instructivos fundamentales que los estudiantes ejecuten, amplíen, profundicen, integren y generalicen determinados métodos de trabajo de las asignaturas y disciplinas que les permitan desarrollar habilidades para utilizar y aplicar, de modo independiente, los conocimientos.

Se realizan cinco clases prácticas con empleo de la computadora cuyos contenidos son:

1) Modelación y simulación de un balance de masa en un sistema de cierta complejidad empleando un programa o modelo previamente confeccionado y empleando un lenguaje de simulación con una correspondencia adecuada para un estudiante de tercer año.

2) Estudio del comportamiento de flujo en toberas para expansiones isotrópicas – o no– para el aire (gas ideal) y para el vapor de agua (gas real).

3) Estudio de la compresión recíproca simple y multietapa, estableciendo comparaciones en el consumo de potencia para diferentes condiciones operacionales.

4) Estudio cuantitativo del equilibrio líquido-vapor en sistemas binarios a bajas presiones.

5) Estudio cuantitativo del equilibrio químico en sistemas homogéneos gaseosos.

Estas clases prácticas tienen una duración entre 100 y 150 minutos, según el caso.

b) Como herramienta de trabajo

Se refiere al uso de la computación con el objetivo de poder resolver, en forma rápida y con un grado de precisión importante, distintos problemas de Ingeniería, fundamentalmente aquéllos en que su solución, las diferentes alternativas que se pueden presentar a los métodos a emplear implican que la solución manual sería engorrosa o de un grado de laboriosidad prácticamente imposible. En este caso, el uso de la Computación desarrolla la iniciativa y la creatividad de los alumnos.

En la disciplina esto se logra, en primer lugar, en la práctica de laboratorio industrial, cuyos objetivos instructivos fundamentales son: que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios. La práctica de laboratorio consiste en la evaluación del rendimiento térmico y de los porcentajes de pérdidas por los diferentes conceptos en una caldera acuotubular, en este caso instalada en una refinería de petróleo. El estudiante realiza las mediciones correspondientes y aplicando lo estudiado en las clases, realiza la evaluación energética. En el informe de la práctica se le exige que debe programar el cálculo del rendimiento técnico y del indicador operacional $\text{kg de aire seco/kg de C quemado}$ y se le orienta a realizar determinados análisis operacionales empleando dichos programas, analizando variaciones en la temperatura y presión del vapor de agua producido, así como de la cantidad de petróleo combustible quemado. Se realizan también análisis de la variación del porcentaje de exceso de aire y los resultados del Análisis Orsat de los gases de combustión.

En segundo lugar, este objetivo también se logra en el Proyecto de Curso, el cual no es más que la forma organizativa del trabajo investigativo de los estudiantes que les permite profundizar, consolidar y generalizar los conocimientos, las técnicas y los métodos adquiridos mediante las otras formas organizativas (conferencias, clases prácticas, prácticas de laboratorio) del proceso docente-educativo, además de que se apropien de otros conocimientos y desarrollen habilidades con independencia y creatividad. En la disciplina esta actividad se realiza en tres centros industriales, una refinería de petróleo, un complejo lácteo y una central azucarera, donde por equipos de 2 ó 3 estudiantes deben resolver determinadas situaciones reales relacionadas con la aplicación de las técnicas del balance de masa y energía y de la evaluación y selección de sistemas de bombeo y de medidores de flujo. En total existen alrededor de 30 situaciones industriales diferentes y en todas ellas, como parte del Proyecto, algunas de las situaciones deben ser analizadas por los estudiantes mediante la confección de sus programas de computación para los análisis operacionales solicitados en cada caso.

Además se orienta al alumno para la realización de

algunos trabajos extraclase o tareas, que necesitan el empleo de programas confeccionados. Por ejemplo que oriente la solución energética o cálculo del rendimiento térmico de un ciclo de Rankine con sobrecalentamiento y la influencia sobre este parámetro del aumento de la presión de la caldera y de la temperatura de sobrecalentamiento y la disminución de la presión del condensador. Existe para cada alumno una situación a resolver diferente y en todos los casos deben emplear un programa de computación elaborado al efecto y disponible en el Centro de Cálculo.

Como conclusión de este trabajo es necesario destacar que en el proceso de enseñanza de la ingeniería química se hace imprescindible la aplicación de la computación, para lo cual deben definirse las distintas formas de enseñanza a emplear para la introducción de la computación en los planes de estudio, así como el papel que le corresponde en la formación de los ingenieros con vista a dar mayores posibilidades en su trabajo creativo sin restar habilidades profesionales. Es innegable la necesidad de propiciar intercambios de colaboración entre los diferentes países del continente con vistas a lograr un desarrollo científico-técnico más acelerado, que ayude a mejorar las condiciones de vida de nuestros países. 

REFERENCIAS

Díaz, R., Zumalacárregui, L., *Algunas consideraciones para el perfeccionamiento de los planes de estudio de las especialidades del perfil químico*, Cuba, 1986.

Facultad de Ingeniería Química, ISPJAE, Cuba:

— *Aspectos a considerar en la elaboración del plan quinquenal para la introducción de la computación en las asignaturas.*

— *Plan Director. Objetivos de la computación en la formación del ingeniero químico.*

Grayson, L.P., *La elaboración de los planes de estudio de ingeniería*, UNESCO, 1979.

Ministerio de Educación Superior de Cuba:

— *Reglamento del Trabajo Docente y Metodológico.*

— *Documento base para la elaboración de los planes de estudio C.*

The University of Texas at Austin, *Chemical Engineering Education for the future*, CPE, Octubre de 1985.

Varios autores, Sección Debate: La ingeniería química en el siglo XXI, *Educ. quim.*, 1[0] 6-32, julio de 1989.

Varios autores, *XII Congreso Panamericano de Enseñanza de la Ingeniería*, Subtema: Aplicación de la computación en el proceso de enseñanza de la ingeniería, 1989.

LOURDES ZUMALACÁRREGUI DE CÁRDENAS

Graduada de Ingeniería Química en 1972 en la Facultad de Tecnología de la Universidad de la Habana (actual-

mente Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría", Ciudad de la Habana, Cuba). Vinculada con la docencia universitaria desde su graduación, fundamentalmente en las áreas de Química Física y Termodinámica Aplicada. Ostenta la categoría docente de Profesor Auxiliar. Tiene nivel de especialista en Análisis y Control de Procesos (equiparable al M. en C.). Ocupó la responsabilidad de Vice-Decana de la Facultad de Ingeniería Química por cinco años, encargada de la implantación del plan de estudios. Actualmente es la Decana de la Facultad de Ingeniería Química del Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría", de Cuba.

JORGE L. DÍAZ RODRÍGUEZ

Graduado de Ingeniería Química en 1967 en la Facultad de Tecnología de la Universidad de la Habana (actualmente Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría"). Vinculado con la docencia universitaria desde su graduación y con anterioridad a la docencia preuniversitaria. Ha desarrollado su trabajo en las áreas de Química Física y Termodinámica Aplicada. Ostenta la categoría docente de Profesor Auxiliar. Tiene nivel de especialista en Análisis y Control de Procesos. Es miembro de la Comisión de la Carrera de Ingeniería Química de Cuba. Actualmente dirige el Grupo de Investigaciones de Ahorro Energético en la Facultad de Ingeniería Química del Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría".

EDUCACION QUIMICA

Próximo número

ENERO DE 1993

DEBATE

Una política de financiamiento para la educación superior en México

Autor

ANTONIO GAGO HUGUET

Subsecretario de Educación Superior e Investigación Científica de la SEP

¡No dejes de enviar tu resuscripción!