

Reflexiones sobre el mecanismo de evaluación y retroalimentación del aprendizaje, en la enseñanza de la ingeniería química

*Alejandro Anaya-Durand y Julio Landgrave-Romero**

Abstract (Reflections on the Mechanism of Evolution and Retrofitting Learning of Chemical Engineering Teaching)

This paper analyses an assessment system based on a clear and precise definition of learning objectives, which is related to a scale of qualifications that takes into account the required knowledge, skills and attitudes learned by the student. A great emphasis on retrofit learning is given in order that an overall efficiency teaching process can be achieved.

Resumen

Tradicionalmente, se ha adoptado el mecanismo de asignar a los alumnos CALIFICACIONES, como resultado de diversas evaluaciones y exámenes que durante su carrera deben presentar y que serían, supuestamente, un reflejo del resultado de su aprendizaje, de su calidad como estudiantes y una medida de su desempeño. Sin embargo, dicho establecimiento de calificaciones numéricas dentro de un intervalo mínimo y máximo (*vg.* cero y diez) para cuantificar el número de respuestas correctas sobre un máximo alcanzable de éstas, sería quizá más bien aplicable para la evaluación de cierto tipo de conocimientos muy concretos, perfectamente definidos y de respuesta única. En el caso del aprendizaje de la Ingeniería Química, sobre todo en los cursos más avanzados del plan de estudios, frecuentemente el alumno es evaluado por el maestro mediante diversos exámenes que esencialmente consisten en la solución de PROBLEMAS, que no únicamente demandan que el alumno disponga de una serie de *conocimientos* indispensables para afrontarlos, sino también le exigen diversas *habilidades* necesarias (estrategias de solución de problemas, manejo del tiempo, manejo de información, trabajo en equipo, en su caso, entre otras), así como de ciertas actitudes deseables (confianza en sí mismo, actitud positiva, etcétera).

Otro aspecto muy importante, relacionado con el proceso de evaluación, lo constituye la RETROALIMENTACIÓN,

la cual es indispensable para el alumno que ha presentado deficiencias y calificaciones no aprobatorias, y en el que supuestamente debiese corregir dichas deficiencias. La realidad es que puede decirse que la mayoría de las instituciones educativas están diseñadas para ENSEÑAR y transmitir conocimientos y no tanto para garantizar el proceso de APRENDIZAJE en sus alumnos.

En el presente trabajo se analiza un sistema de medida del aprendizaje basado en una clara definición de los objetivos de la evaluación, una gran objetividad y precisión en el proceso de medida, incluida la escala de calificaciones, y un énfasis muy especial en la posibilidad de retroalimentación al estudiante para que éste conozca y subsane sus deficiencias, así como hacia el propio maestro para que, en su caso, adecue su proceso docente y tienda a incrementar la eficacia de las instituciones educativas.

Introducción

El proceso de enseñanza-aprendizaje tiene ciertas similitudes con los procesos químicos de manufactura de diversos productos que requieren determinadas especificaciones para su uso. En el proceso químico intervienen materias primas que son procesadas con base en tecnologías determinadas, en instalaciones que demandan recursos e insumos materiales, humanos y financieros, entre otros, para obtener productos que cumplan las especificaciones requeridas, de acuerdo con su ulterior aplicación. Los procesos usualmente constan de diversas etapas intermedias, típicamente secuenciales, en las que se van obteniendo productos necesarios con las especificaciones establecidas en las bases de diseño de la planta.

Un aspecto particularmente importante lo constituyen los mecanismos de CONTROL y monitoreo de las especificaciones de los productos, de forma tal que se ajusten a los requerimientos en las diversas etapas del proceso (reacciones, separaciones, purificaciones, por decir algunas) y particularmente en las correspondientes al (o los) producto(s) final(es). Para llevar a cabo lo anterior, se comparan las características de los productos obtenidos con las especificaciones correspondientes y, en caso de desviación, se vuelven a procesar en los sistemas pertinentes para lograr el reacondicionamiento o purificación requeridos. Otra característica de los procesos químicos industriales es que la capacidad de

* Facultad de Química, UNAM, México, D.F. 04510

Recibido: 24 de noviembre de 1997;

Aceptado: 17 de junio de 1998.

producción, así como las especificaciones requeridas de los productos, normalmente son definidas con base en los requerimientos que el mercado demanda, tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Por lo que se refiere al PROCESO EDUCATIVO, se aprecia un paralelismo en varios aspectos. A su vez, maneja recursos humanos, materiales e infraestructura tecnológica (metodología educativa, financiera, etcétera) que permite “procesar” a los alumnos de primer ingreso con el propósito de obtener “productos”, en este caso egresados, que deban contar con el perfil deseado en Ingeniería Química (equivalente a las bases de diseño de un proceso industrial). En forma similar a los procesos químicos, el alumno va obteniendo una formación progresiva al adquirir los conocimientos, habilidades y actitudes, a través de un plan de estudios y proceso docente estructurados (equivalente a los criterios de diseño de un proceso).

Sin embargo, se aprecian también diversas diferencias que son importantes de señalar, y que precisamente están relacionadas con el proceso de evaluación y retroalimentación en la enseñanza. En particular se aprecia lo siguiente:

- Las características (o “especificaciones”) de los alumnos egresados no siempre corresponden a las necesidades del área laboral que los ocupa. De hecho, las propias universidades establecen a través de sus planes de estudio su propia concepción del perfil, constituyéndose en juez y parte del proceso educativo.
- En particular, se aprecia que el perfil del ingeniero químico en el medio profesional es cada vez más demandante en habilidades y actitudes de trabajo (IMIQU, 1987; AICHE, 1987) cuyo desarrollo y evaluación en el proceso educativo se han descuidado. Las calificaciones que obtiene el alumno principalmente se han asociado a la evaluación de sus conocimientos, descuidando la cuantificación de los otros factores antes mencionados. En relación con un análisis comparativo con los procesos industriales, ello implicaría que únicamente se tomaran en cuenta algunas especificaciones del producto, descuidándose las restantes.
- A diferencia de los procesos industriales, en el proceso educativo no se dispone de un sistema formal que permita mantener una retroalimentación hacia el alumno, derivado de un análisis objetivo y detallado de su evaluación. Dicha retroalimentación incluso alcanzaría al propio proceso docente, responsabilidad del maestro. Es frecuente que se atribuya al alumno toda la responsabilidad derivada de su calificación deficiente.

La calificación del aprendizaje del alumno

La evaluación y cuantificación del proceso de aprendizaje es obviamente indispensable, dado que uno de los objetivos finales de la enseñanza es, precisamente, comprobar el nivel de aprendizaje en el alumno. Dentro del objetivo de la calificación se enuncian los siguientes propósitos:

- Tiende a lograr una medición y cuantificación del aprendizaje.
- Permite establecer objetivos de mejora en la calidad del aprendizaje.
- Estimula al alumno a mejorar su rendimiento.
- Permite identificar, para diversos propósitos, a los mejores alumnos, así como a aquéllos con deficiencias.
- Siempre y cuando se mantenga la OBJETIVIDAD y REPRESENTATIVIDAD de la calificación, puede suministrar información valiosa para retroalimentar la enseñanza, en caso necesario.
- Dicha objetividad y representatividad son particularmente importantes en la calificación del aprendizaje dado que, precisamente, su frecuente omisión ha propiciado los siguientes inconvenientes derivados de las calificaciones:
 - La calificación no necesariamente es representativa del grado de aprendizaje del alumno, ni de su calidad. No se ha encontrado una correlación confiable entre las calificaciones y el éxito a nivel profesional. En algunos casos, pudiera apreciarse cierta congruencia, pero el éxito profesional depende de otros factores que no siempre corresponden a dichas calificaciones (Stice, 1979). El autor citado, en sus 38 años de experiencia profesional, y 32 en la docencia, ha podido apreciar que un número significativo de los ingenieros químicos que más han destacado en el medio profesional, no necesariamente fueron identificados como alumnos con calificaciones sobresalientes en la universidad.
 - La calificación llega a constituir uno de los principales OBJETIVOS en el alumno, mayor incluso que el aprendizaje en sí.
 - Las calificaciones han contribuido a propiciar un cierto estereotipo entre “buenos” y “malos” estudiantes, situación que no se considera conveniente con frecuencia.
 - Las calificaciones contribuyen a propiciar un estado de angustia en muchos alumnos que se presionan por mantener un promedio elevado, o una decepción y desinterés en los de bajas calificaciones.
 - Las calificaciones han propiciado un esquema de COMPETENCIA entre los alumnos, a cambio de otro más deseable de COOPERACIÓN, de espíritu de grupo

y trabajo en equipo, tan característico y necesario en los ingenieros químicos.

- La escala de calificaciones diferencia drásticamente la calidad del alumno. Se asume que un alumno con calificación de 6.0 superior es APTO y aquél con resultado inferior no lo es.

Este tipo de situaciones ha propiciado que se desvirtúe el objetivo de las calificaciones, que sería evaluar, corregir y mejorar el aprendizaje en el alumno. Sin embargo, se ha convertido por parte de muchos maestros en una forma coercitiva para “obligar” al alumno a estudiar, dado que al no lograr su aprobación tendría el peligro eventual de quedar excluido del proceso educativo y ver truncada así su carrera.

Un inconveniente de un sistema de calificación que no garantice objetividad es el ocasionar que pierda, a su vez, confiabilidad. Es frecuente encontrar casos de egresados de las carreras profesionales que obtuvieron las máximas calificaciones y que tienen dificultades para conseguir empleo o incluso para conservarlo. Por otro lado, es de apreciarse que varios profesionales exitosos y destacados en el medio no necesariamente alcanzaron calificaciones superiores a las que se considerarían promedio o aceptables, e incluso fueron inferiores.

Una explicación de lo anterior, puede encontrarse por la forma misma en que se asignan las calificaciones a los alumnos. Como se mencionó, es usual que éstas se orienten principalmente a cuantificar los conocimientos con que cuenta el alumno. Sus habilidades y aptitudes son rara vez evaluadas (Felder, 1993). La consecuencia puede ser que si bien, en teoría, un alumno con promedio general de 9.0 o más debería tener una formación integral excelente, en la realidad puede tener deficiencias en diversas habilidades indispensables en el medio profesional (comunicación, trabajo en equipo, administración del tiempo, entre otras) e incluso en algunas actitudes (trato personal, iniciativa, actitud asertiva, etcétera), factores que en ocasiones no son congruentes con las calificaciones del egresado, posiblemente por no haberse tomado en cuenta en las mismas.

Recomendaciones para mejorar el proceso de evaluación a través de las calificaciones

Para lograr que las calificaciones sean congruentes, en la medida de lo posible, con los objetivos del aprendizaje (Mc Keachie, 1986; Gronland, 1982) se sugiere tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. **DEFINICIÓN CLARA DE OBJETIVOS DE APRENDIZAJE Y DE SU EVALUACIÓN, POR PARTE DEL MAESTRO.** Es indispensable que tanto el maestro como los alumnos conozcan, previamente a la evaluación, los objetivos del

aprendizaje y el alcance de la evaluación. Se deberá conocer y precisar la naturaleza de lo que se pretende evaluar durante el curso, estableciendo objetivos de aprendizaje lo más concretos posibles. Ninguna calificación tiene sentido si no se asocia a algún objetivo concreto de evaluación.

2. **REPRESENTATIVIDAD DE LA CALIFICACIÓN.** Como se mencionó, el propósito formativo de proporcionar conocimientos, habilidades y actitudes indispensables requerirá definir, para cada uno de estos factores, los objetivos concretos a lograr por el alumnado, de forma que su calificación sea representativa de los mismos ya sea en forma integral o específica para cada uno de ellos.

3. **CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES FORMATIVOS.** La evaluación y cuantificación de los tres factores referidos puede efectuarse en forma independiente o en conjunto, como a continuación se sugiere:

3.1 **CONOCIMIENTOS.** La calificación del aprendizaje de conocimientos resulta familiar para el maestro, el que mediante diversos exámenes puede evaluar si el alumno realmente comprendió los aspectos conceptuales y el significado del fundamento teórico y práctico de la materia en cuestión. Sin embargo, es oportuno recomendar que el maestro procure ser lo más SELECTIVO posible en la impartición de los conocimientos, evitando suministrar demasiada información trivial o particularmente especializada, que el propio alumno podrá (y deberá) adquirir por su cuenta en caso necesario. Los conocimientos proporcionados deben ser conceptuales, básicos, más formativos que informativos y más generales que demasiado específicos.

- 3.2 **HABILIDADES.** Resulta muy conveniente poder evaluar y calificar algunas de las habilidades más importantes que es necesario desarrollar, como las siguientes:

- Creatividad
- Manejo de información
- Aprendizaje de conocimientos por cuenta propia
- Trabajo en equipo
- Comunicación oral y escrito
- Trabajo bajo presión
- Administración del tiempo
- Manejo de la incertidumbre
- Planteamiento de problemas
- Toma de decisiones
- Planeación.

El maestro seguramente podrá seleccionar ejemplos y casos que le permitan evaluar y calificar dichas habilidades, ya sea

en forma individual o de un conjunto de varias de ellas que se relacionan. Para cuantificar, podría referirse a escalas numéricas (0 a 10, 0 a 5), siempre y cuando cada calificación represente objetivamente un grado o nivel de desempeño lo más explícito posible, en forma muy similar a como se procede en algunas empresas para evaluar el rendimiento de los empleados para propósito de evaluación y reconocimiento. El uso de algunos adjetivos o frases que maten las diferencias entre las calificaciones, puede ser más explícito que un simple valor numérico de una calificación, que lo hace subjetivo.

3.3 ACTITUDES. Diversas actitudes importantes como las siguientes:

- Ética
- Calidad (acostumbrarse a hacer las cosas bien desde el principio)
- Productividad (hacer más con menos)
- Liderazgo
- Iniciativa
- Asertividad
- Puntualidad
- Responsabilidad.

Pueden y deben a su vez ser propiciadas y evaluadas, dado que obviamente juegan un papel fundamental en el proceso formativo del alumno, independientemente de la importancia de los conocimientos que adquieran.

3.4 EVALUACIÓN CONJUNTA DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y ACTITUDES. Al ingeniero químico se le ha identificado frecuentemente como un profesional particularmente orientado a RESOLVER PROBLEMAS. Típicamente, la enseñanza de los cursos de Ingeniería Química que corresponden a la aplicación de diversos conocimientos científicos básicos, exige el desarrollo de habilidades indispensables y actitudes de excelencia. Con base en lo anterior, resulta conveniente que el maestro pondere en la calificación correspondiente dichos factores. En la tabla 1 se muestran dichos aspectos en forma objetiva, para facilitar la evaluación de la solución a un problema típico de ingeniería, donde intervienen una serie de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para su solución.

4. MÁS ÉNFASIS E IMPORTANCIA AL PROCESO DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE. En nuestra opinión, la enseñanza tradicional y con ello sus instituciones, se han encontrado orientadas principalmente a un propósito: a ENSEÑAR. Sin embargo, no se ha concedido suficiente importancia a garantizar el proceso de APRENDIZAJE en los alumnos. La mayor parte del tiempo destinado a los

Tabla 1.

Concepto	Factor formativo medido	Calif. del concepto	Factor % de peso	Calif. ponderada
Planteamiento del problema	Habilidades			
Definición de conceptos y ecuaciones	Conocimiento			
Estrategia y algoritmo de solución (procedimiento)	Conocimiento y habilidades			
Solución numérica	Habilidades			
Presentación del trabajo (calidad)	Actitudes			
Uso del tiempo disponible	Habilidades			
Trabajo en equipo (cuando aplica)	Habilidades			
Obtención de resultados (orientación proactiva).	Actitudes			

Calificación resultante _____

cursos se emplean para enseñar, para transmitir conocimientos, para informar, en resumen para cumplir en lo posible el plan de estudios de la materia. A excepción de los exámenes y algunas evaluaciones intermedias, es poco el tiempo asignado a una función primordial: EVALUAR PARA CONOCER, PARA CORREGIR Y PARA MEJORAR. En suma, para comprobar que sí se logró el aprendizaje y formación en el alumno. Para propiciar lo anterior, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Destinar, por lo menos, 20% del tiempo del curso específicamente para evaluar y retroalimentar al alumno. Obviamente, ello implicará una mayor selectividad en el contenido el plan de estudios.
- Evitar la pretensión de evaluar el rendimiento del aprendizaje únicamente con el resultado del examen final. Es recomendable efectuar diversos exámenes parciales que permitan evaluar los aspectos formativos del curso.
- Asimismo, según nuestra opinión, resulta poco objetivo y representativo de la capacidad del alumno depender del resultado de un solo examen de admisión, como el que se exige en diversas instituciones de enseñanza superior como requisito para el ingreso,

para definir categóricamente que un alumno es o no apto para ingresar.

- Procurar pedir a los alumnos que resuelvan problemas con un grado de dificultad creciente y otorgar una calificación que tome en cuenta dicho nivel de complejidad.
- Evitar exámenes de opción múltiple, o mecanizados, que propicien el factor probabilístico en su solución, despersonalizando la evaluación. Es necesario que el maestro intervenga en la evaluación de sus alumnos, para conocerlos mejor.

5. **CORRESPONSABILIDAD DEL MAESTRO EN EL RESULTADO DE SUS ALUMNOS.** No es posible pasar por alto el caso de aquellos profesores que cuentan con un índice de reprobación muy elevado (algunos se ufanan de ello) y en el otro extremo el del profesor que concede poca importancia a una evaluación objetiva en sus alumnos y que les otorga calificaciones aprobatorias en forma indiscriminada e irreflexiva. Muchos alumnos conscientes de estas particularidades del cuerpo académico “seleccionan” su ingreso con aquellos maestros que les ofrecen un mínimo de exigencias de trabajo y les garantizan una buena calificación, principal objetivo de diversos estudiantes. En algunos casos, al menos, se inscriben con maestros que se reconocen por su capacidad docente, independientemente de que ello les represente un mayor esfuerzo. Algunos más, menos audaces, acuden como oyentes a las clases de dichos maestros más exigentes. Lo que sí es importante recalcar es que, en términos de calificaciones, los maestros más exigentes usualmente lo son a su vez en las calificaciones que otorgan.

6. **INCREMENTAR LA PARTICIPACIÓN DEL ALUMNO EN SU PROPIA EVALUACIÓN.** Es importante que el alumno aprenda a conocer objetivamente sus logros y deficiencias. El maestro podrá solicitarle una autoevaluación de su desempeño con base en objetivos de aprendizaje que previamente le establezcan.

El proceso de retroalimentación de la enseñanza

Como se mencionó, se ha apreciado que el proceso de enseñanza-aprendizaje ha estado más atento a cumplir la primera de dichas funciones, descuidando la segunda. Se ha mencionado (ANUIES, 1997; Barr, 1995), las instituciones de educación superior habían venido funcionando como instancias que proporcionaban enseñanza. Esa función era una de sus características esenciales que, de alguna manera, matizaba nuestra percepción hacia la función de la educación superior. Sin embargo, este paradigma se ha ido transformando hacia otro, en el que la enseñanza deriva en productora de aprendizaje. Este desplazamiento, sutil y que va más allá

de la semántica, está transformando no sólo el contenido de la educación, sino la estructura que las instituciones educativas habían construido para desempeñar la función que el anterior paradigma les había asignado.

La realidad es que actualmente no existe un sistema formal que garantice el proceso de aprendizaje del alumno, quedando éste sujeto a aspectos de tipo muy circunstancial en que los “buenos alumnos” siguen su curso normal y “los malos” no cuentan con un sistema o metodología para detectar y precisar sus deficiencias de aprendizaje y sobre todo para mejorar su desempeño. Es oportuno mencionar que, en general, se le ha atribuido al alumno toda la responsabilidad en su aprendizaje y de la calificación que obtiene. Sin desconocer los factores que le corresponda al alumno atender, como su dedicación, estudio, interés, confianza en sí mismo y habilidad para afrontar situaciones de tensión como un examen; existen sin embargo aspectos externos al alumno, como la responsabilidad y aptitud docente del maestro, que influyen definitivamente en la calificación. Factores tales como el criterio de evaluación, tiempo disponible para el examen, tipo de exámenes, congruencia entre lo que enseña el maestro y lo que evalúa, etcétera, quedan fuera de la responsabilidad del alumno, pero inciden en su evaluación. El problema grave estriba en que los alumnos con problemas, los que finalmente desertan del proceso educativo, representan en muchas universidades del orden de 50%, lo que provoca una eficiencia terminal muy baja. Las universidades deberán conceder una importancia prioritaria a lograr que la mayoría de los alumnos APRENDAN.

Es por lo anterior, que uno de los propósitos de la EVALUACIÓN es precisamente servir como marco de referencia para implementar un proceso de RETROALIMENTACIÓN, orientado a corregir deficiencias que en términos de conocimientos, habilidades y actitudes se hayan detectado y reflejado en el resultado de su evaluación. El mecanismo, en esencia, es muy similar al que se sigue en los procesos industriales, en los que es preciso mantener bajo control diversas variables indispensables para lograr que los productos se obtengan dentro de las especificaciones requeridas.

Se presenta la tabla 2 que muestra las fases de establecimiento de un sistema de control en un proceso industrial, que incluye un sistema de retroalimentación para los ajustes requeridos y la analogía que podría mantenerse en un proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para que las acciones derivadas del proceso de retroalimentación de la enseñanza sean efectivas, es preciso que la información en que se basen sea lo más específica posible. Esto es, el resultado de la evaluación no únicamente deberá limitarse a proporcionar una calificación dada sino será necesario que el maestro abunde en su fundamento, lo que permitirá al alumno orientarse a corregir deficiencias espe-

Tabla 2.

FASE DE CONTROL	ANALOGÍA CON EL PROCESO EDUCATIVO
1) Definición de las variables de control que afectan las especificaciones del producto (presión, temperatura, flujos, etcétera)	Definición del perfil de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias
2) Establecimiento del punto de control de las variables ("set point")	Establecimiento de requerimientos de aprendizaje.
3) Medición de la variable de control	Evaluación (exámenes)
4) Comparación de la medición, con el punto de control (análisis de desviaciones)	Análisis de las deficiencias, derivado de la evaluación de conocimientos, habilidades, actitudes
5) Acciones de corrección y ajuste de las variables de control ("reset")	Retroalimentación. Procesos de análisis y corrección de deficiencias detectadas como resultado de la evaluación (Diagnóstico de resultados e implementación de acciones correctivas)
6) Medición del efecto de la acción correctiva en las variables.	Reevaluación del aprendizaje (exámenes subsecuentes)

cíficas. Dicho diagnóstico, derivado del análisis de los resultados de la evaluación, servirá como base para orientar el proceso de retroalimentación por parte del maestro.

Por otra parte, aunque en principio el proceso de retroalimentación del aprendizaje estaría orientado a lograr que el alumno corrija deficiencias que se hayan detectado en sus evaluaciones periódicas, el propio maestro deberá considerar la situación que amerite que él mismo se retroalimente en su proceso y sistema didáctico, haciendo las correcciones pertinentes al caso que pudieran requerirse para lograr un ajuste de metodología y estilo de enseñanza, en términos de conocimientos, habilidades y actitudes que desee impartir.

Desde luego, el proceso de retroalimentación deberá llevarse a cabo en forma paralela al desarrollo normal del curso, sin menoscabo de la atención al programa del curso y de los alumnos que presenten resultados satisfactorios en sus evaluaciones. Por lo anterior, será conveniente que el propio maestro disponga de un apoyo y recursos alternos para dicho propósito, entre los cuales se sugieren los siguientes:

- Profesores ayudantes y asistentes que se aboquen particularmente al proceso de retroalimentación. Es conveniente retomar la figura del ayudante de profesor que, inde-

pendientemente del apoyo que representa para este objetivo, permite mantener un proceso indispensable de enriquecimiento del cuerpo docente en las instituciones.

- Apoyo de los alumnos más destacados y con habilidades didácticas. Como estímulo, se les podría incrementar sus calificaciones por lo relativo al desarrollo de actitudes positivas de cooperación hacia sus propios compañeros.
- Establecimiento de seminarios y talleres de regularización, durante el propio ciclo escolar o en el intersemestre, destinados a suplir deficiencias específicas detectadas en un grupo de alumnos.
- Formación de grupos integrados por los propios alumnos, utilizando la metodología del aprendizaje cooperativo ("cooperative learning"), en el cual el equipo comparte la responsabilidad del aprendizaje de cada integrante del mismo (Anaya, 1995).
- Es conveniente que el maestro lleve un registro de las principales deficiencias detectadas en sus alumnos, que esté orientado a mejorar su propia eficiencia y eficacia docentes, y que permita incrementar el porcentaje de alumnos que cumplan satisfactoriamente los objetivos de aprendizaje.

Resumen y conclusiones

1. Aparentemente, las calificaciones no necesariamente son representativas de la calidad del aprendizaje.
2. Existe una cierta similitud entre los procesos industriales y el proceso educativo, en lo que se refiere al requerimiento de obtener determinados "productos" dentro de especificaciones requeridas a partir de insumos y diversos recursos materiales, humanos y tecnológicos. Sin embargo, existen notables diferencias dignas de tomarse en cuenta. En el caso del proceso docente, se aprecia que las "especificaciones" del producto no siempre corresponden al perfil requerido en el usuario. Las propias universidades están fijando su propio PERFIL de un ingeniero químico.
3. Asimismo, independientemente de las especificaciones de los egresados (licenciatura o posgrado), se observa que su adecuación en el medio no toma en cuenta dicha preparación, existiendo subempleo y desperdicio de capacidades, particularmente a nivel posgrado.
4. A diferencia de los procesos industriales, en los que los productos fuera de especificaciones en sus diversas etapas de producción son retroalimentados para su reacondicionamiento en equipos y sistemas apropiados, en el proceso DOCENTE no existe un proceso similar sistematizado. El resultado es una eficiencia terminal de 50% o menor, en promedio, en algunas universidades.
5. Usualmente se le ha atribuido al alumno con malas calificaciones, la mayor parte (si no es que toda) de la responsabilidad en dicha problemática, sin considerar

- la responsabilidad del propio proceso educativo, a cargo del maestro.
6. En el proceso de evaluación, se le ha concedido una mayor preferencia a medir resultados de conocimientos, más fácilmente cuantificables, que a otros factores esenciales como lo son las habilidades y actitudes, que forman parte importante del PERFIL requerido en un profesional.
 7. La calificación en sí ha conllevado una importante dosis de subjetividad en su asignación, dado que su valor depende de una serie de factores, muchos de los cuales son ajenos al rendimiento del propio alumno (forma de calificar del maestro, características del curso, grado de dificultad, actitud del maestro en la evaluación, etcétera).
 8. Por lo anterior, la calificación no ha garantizado una representatividad de la calidad de aprendizaje, siendo en todo caso una variable de análisis, sujeta a diversas interpretaciones, por su frecuente subjetividad.
 9. Sin embargo, se le ha atribuido a la calificación un factor de peso muy importante para juzgar la aptitud del alumno. De su resultado dependen varios acontecimientos importantes en la vida de él: su acceso a la Universidad, su permanencia en la misma, el otorgamiento de becas y, en varios casos, la aceptación en la búsqueda de un empleo.
 10. En la mayoría de los casos, la calificación se ha convertido en el objetivo principal del alumno, no tanto el aprendizaje en sí.
 11. Sin embargo, contra lo que podría esperarse, diversos egresados que han obtenido alto rendimiento en sus calificaciones, han tenido problemas para adecuarse en el medio profesional y muchos de ellos incluso son víctimas del subempleo o del desempleo.
 12. Para garantizar que la calificación, como resultado de la evaluación, tenga la mayor objetividad posible, debería estar siempre relacionada a objetivos concretos de aprendizaje que puedan medirse y ser cuantificables. Un número o letra en la calificación no significa nada si no se relaciona con un objetivo de aprendizaje.
 13. La calificación deberá ser resultado de una serie de evaluaciones que en forma permanente y organizada destine al maestro a tal fin. Resulta antipedagógico evaluar a los alumnos basándose solamente en el resultado del examen final. Se recomienda destinar de 20 a 25% del curso al proceso de evaluación, para que ésta sea representativa.
 14. El propósito de la calificación, como elemento cuantificador del rendimiento académico, deberá capitalizarse para detectar, en su caso, deficiencias en el aprendizaje que requieran una retroalimentación oportuna hacia el alumno e incluso hacia el propio maestro, en su proceder didáctico.
 15. Las universidades deberían implementar sistemas formales orientados a lograr la retroalimentación en el proceso educativo, cuyo propósito específico sea garantizar el objetivo de aprendizaje del alumno. Se deberá readecuar un paradigma que constituya garantizar el APRENDIZAJE como objetivo fundamental.
 16. Es necesario llevar a cabo una revisión a fondo del proceso que utilizan las universidades para garantizar que, en su caso, los egresados cuentan con el perfil efectivamente requerido por el medio profesional. Los exámenes profesionales y los trabajos de tesis podrían orientarse a comprobar dicha APTITUD en el egresado, antes de iniciar su vida profesional. Los planes de estudio deben establecerse manteniendo un criterio congruente y uniforme con dicho perfil, en todas las universidades. Las organizaciones profesionales de Ingeniería Química podrían fungir como enlaces entre el sector profesional y el educativo, para que se coordinen acciones entre la universidad y la industria que garanticen la CALIDAD de los egresados en todos sus aspectos.
 17. Finalmente, como reflexión, para un análisis y discusión ulterior, quedaría definir hasta qué punto sería necesario o conveniente que el resultado final de la evaluación del alumno necesariamente deba conllevar un resultado numérico. ¿No sería suficiente declararlo, en su caso, simplemente APTO? De hecho, se supone, las Universidades deben producir egresados que lo sean plenamente, pudiendo ser la calificación quizás irrelevante. Naturalmente, las diferencias entre las personas podrían implicar grados de aptitud distintos, pero la selección de los mismos en el medio profesional la establecerían los propios requisitos y necesidades del mismo, con base en sus procedimientos normales de selección y capacitación. ■

Bibliografía

- AICHE. *Chemical Engineers: What skills are needed?*, AICHE, New Technological Committee, Dec., 1987.
- Anaya, A., Estilos de enseñanza-aprendizaje en equipo en Ingeniería Química, *Educ. quim.*, 6(4), 200-205, 1995.
- ANUIES, *Confluencia*, Año 5, 57, Nov. 1997.
- Barr R., Tagg J. "From teaching to learning. A new paradigm in undergraduate education, *Engineering Education*, 78(7), 674-681, 1988.
- Felder R.M. What do they know, any way? *Chemical Engineering Education*, Part 1. Summer 1992, 134-135; Part 2, Winter 1993, 28-29.
- Gronland N.E., *Constructing achievement tests*, Englewood Cliffs N.J., Prentice Hall, 1982.
- IMIQU. Ponencia 1987. *Perfil del Ingeniero Químico en el Siglo XXI*.
- McKeachie W. J., *Teaching Tips*. Eight Edition, D.C. Heath and Company, p. 86-123, 1986.
- Suce J.E. Grades and Test Scores: Do they predict adult achievement? *Engineering Education*, 390-393, Feb. 1973.
- Travers, R.M.W., *How to make achievement tests*. New York: Odyssey Press, 1950.