

## EXÁMENES

Leda Speziale San Vicente  
Facultad de Ingeniería, UNAM

La evaluación del aprendizaje es una parte muy importante en el proceso enseñanza-aprendizaje, puede afectar al estudiante de una manera notable: de forma positiva si esta evaluación es adecuada, ya que se convierte en un factor de motivación para continuar con los estudios haciendo un mayor esfuerzo por superarse y lograr, si no la excelencia que sería deseable, cuando menos un nivel aceptable de buena calidad en su formación como profesional de la ingeniería.

Por el contrario, una mal evaluación puede provocar el desaliento, el desgano y hasta el abandono de los estudios si sistemáticamente, sin explicación, sin aclaración de los errores cometidos y sin la oportunidad de corregirlos, sólo se otorgan resultados negativos. Pero ésta no es la única forma inconveniente de evaluar, más dañina aún resulta cuando el estudiante recibe información (por medio de buenas calificaciones) de que posee los conocimientos necesarios para continuar con éxito su formación profesional sin que sea efectiva esa posesión. Dicho con lenguaje familiar, cuando de manera fácil el estudiante recibe altas calificaciones sin tener los conocimientos que las respaldan. Esto, en vez de una *motivación* para seguir adelante por la facilidad aparente (como podría suponerse), es **un engaño**, un fraude al estudiante en el que no se ha realizado el proceso de aprendizaje, pero se le induce a creer que se realizó y con buen éxito. Esta forma de “evaluar” lejos de “ayudar” al estudiante, lo perjudica enormemente pero no sólo a él, perjudica también a la institución educativa, ya que propicia que egresados de ella con buenas calificaciones no posean la preparación académica que requiere el ejercicio de su profesión. Sin que sea una exageración, esa manera incorrecta de proporcionar información al estudiante relativa a su avance académico, puede incidir también en la calidad de los profesionales de un país.

Sin embargo, realizar una evaluación adecuada, además de ser una responsabilidad y un compromiso muy importantes, es una tarea ardua, complicada y no siempre tan grata para un docente con vocación, como lo es la impartición de clases y el trato cotidiano con los estudiantes.

El proceso de evaluación debe hacerse de manera fragmentada y continua, esto es, con evaluaciones parciales y periódicas para que por medio de ellas se reflexione sobre lo importante de lo aprendido y, en caso de haberlos, se corrijan errores antes de seguir adelante. Es muy difícil, casi imposible en la mayoría de los casos, la evaluación del aprendizaje de los contenidos de una asignatura, por medio de un solo examen. Ello sólo debería considerarse en casos extremos, excepcionales, como debe ser uno de los llamados *exámenes extraordinarios*. Al ser importantes las evaluaciones parciales, resulta conveniente que el estudiante se percate de ello y les preste la atención debida; sin embargo, si al final de un curso no se toman en cuenta para la asignación de la calificación definitiva, el

alumno las tomará como algo intrascendente, no les dedicará su mejor y mayor esfuerzo y en consecuencia no cumplirán su objetivo.

Los exámenes como instrumentos de evaluación, si están diseñados de manera correcta, aplicados a los estudiantes y después de resueltos por ellos revisados y corregidos por el profesor con todo esmero y cuidado, sin escatimar tiempo ni esfuerzo, tienen ventajas considerables respecto a otras formas de evaluar: una de estas ventajas es que queda registrado por escrito el error, en su caso, y la correspondiente corrección del profesor, lo que sirve de apoyo al estudiante en la continuación de sus estudios; otra ventaja es la objetividad en la asignación de una calificación representativa del aprovechamiento y avance académico del alumno; una más es la posibilidad de rectificar un error que pudiera cometer el docente al asentar la calificación. Como éstas, es posible mencionar algunas más.

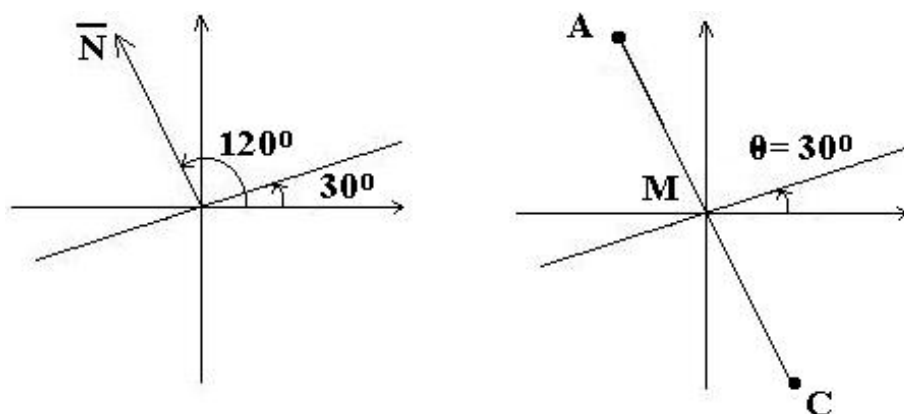
El diseño de un buen examen no es fácil, pero cuando éste se diseña para evaluar el aprendizaje de la matemática, actividad esencialmente intelectual, es aún más problemático y difícil. El objetivo es evaluar la comprensión de conceptos y su aplicación a situaciones nuevas que son susceptibles de ser analizadas y entendidas por medio del aprendizaje de esos conceptos.

Lo anterior no se logra con exámenes de los llamados “tipo” con una redacción idéntica a la de otros aplicados con anterioridad y en repetidas ocasiones, y en los que sólo se cambian datos numéricos sin siquiera usar sinónimos de las palabras empleadas en los anteriores. Estos exámenes propician en el estudiante la memorización, la repetición, la mecanización, actividades todas, completamente opuestas al aprendizaje de la matemática, cuya enseñanza debe estar enfocada a desarrollar la capacidad de análisis, de síntesis y de comprensión de los problemas a los que se enfrentará el futuro ingeniero en el ejercicio de su profesión.

Si en geometría analítica para evaluar la comprensión de la simetría de dos puntos respecto a un plano, se propone en un examen: obtener las coordenadas cartesianas del punto B simétrico del punto  $A(-\sqrt{3}, 3, 5)$  respecto al plano coordenado XZ. Lo que se logra con este reactivo es la aplicación de reglas, “recetas” que se encuentran en la mayoría de los textos que tratan el tema, para este ejemplo: el punto B tiene abscisa y cota respectivamente iguales a las del punto A y la ordenada sólo difiere en signo, con lo que  $B(-\sqrt{3}, -3, 5)$ . Éste es uno de los problemas “tipo” que, con pequeñas variantes, se presentan en los “malos exámenes”, con él no es posible evaluar si se entendió el concepto o sólo se memorizó la regla.

Si, en cambio, se propone obtener las coordenadas cartesianas del punto C simétrico de  $A(-\sqrt{3}, 3, 5)$  respecto al plano cuya ecuación en coordenadas cilíndricas es  $\theta = 30^\circ$ , el estudiante no tiene regla alguna que le dé la solución inmediata, así que debe entender tanto el concepto de simetría respecto al plano, como el de la ecuación en coordenadas cilíndricas, e imaginarse la posición del

plano en cuestión. Éste es vertical (perpendicular al plano XY), forma  $30^\circ$  con el plano XZ y contiene al origen. Un vector normal al plano es horizontal y forma con el eje "X" un ángulo de  $120^\circ$  ( $30^\circ + 90^\circ$ ), el vector  $\vec{N} = (-1, \sqrt{3}, 0)$  es uno de ellos, con esto, una ecuación cartesiana del plano es:  $-x + \sqrt{3}y = 0$ . Por otra parte, el estudiante debe saber que el punto C simétrico de A respecto al plano está en una recta que contiene al mencionado punto A, que es perpendicular al plano y que dista de M (intersección entre el plano y la recta perpendicular a él) lo mismo que A dista de M. El vector  $\vec{AM}$  es paralelo al vector  $\vec{N}$ , esto es  $\vec{AM} = (-\lambda, \sqrt{3}\lambda, 0)$ , con lo que  $M(-\lambda + x_A, \sqrt{3}\lambda + y_A, 0 + z_A)$ , ya que M está en el plano, sus coordenadas satisfacen la ecuación, con lo que  $\lambda = -\sqrt{3}$ ;  $M(2\sqrt{3}, 0, 5)$  y el vector  $\vec{AM} = (-\sqrt{3}, 3, 0) = \vec{MC}$ , lo que lleva a  $C(\sqrt{3}, -3, 5)$ .



Un ejemplo muy frecuente en los textos de álgebra lineal es la utilización del wronskiano para la determinación de la independencia lineal de un conjunto de funciones. Este método, en efecto, es conveniente en la mayoría de las aplicaciones; sin embargo, en algunos casos resulta muy laborioso o casi imposible de aplicar, pero lo peor es que se convierte en una "receta" que al aplicarse en repetidas ocasiones sin haber entendido perfectamente el concepto de dependencia lineal, propicia que se pierda o se ignore dicho concepto. Así, si en un examen se propone: determinar la dependencia o independencia lineal del conjunto  $D = \{ \sin x, 5, e^x \}$  cuyos elementos son funciones con derivadas "fáciles" de obtener y un wronskiano muy simple en su desarrollo, el estudiante tiene a la mano una regla de aplicación directa e inmediata que impide saber si conoce el concepto o sólo memorizó la regla, esto es:

$$W_D = \begin{bmatrix} \sin x & 5 & e^x \\ \cos x & 0 & e^x \\ -\sin x & 0 & e^x \end{bmatrix} = -5 \begin{bmatrix} \cos x & e^x \\ -\sin x & e^x \end{bmatrix} = -5 e^x (\cos x + \sin x) \quad \text{que es diferente}$$

de cero para todo valor de  $x$ , con lo que se concluye que el conjunto  $D$  es linealmente independiente. Pero, si se propone el mismo análisis para un conjunto con cuatro funciones cuyas derivadas no sean inmediatas y en el que tres de sus

elementos están relacionados con una identidad trigonométrica conocida por el estudiante, como puede ser el conjunto  $F = \{ f_1, f_2, f_3, f_4 \}$  donde las funciones son tales que:  $F = \{ \sin^2 x, 3, \tan^3 x, 2\cos^2 x \}$ , el estudiante que entiende el concepto de dependencia lineal y conoce la identidad  $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ , plantea que  $f_2 = 3 f_1 + 0 f_3 + \frac{3}{2} f_4$  y concluye que el conjunto  $F$  es linealmente dependiente, sin recurrir al wronskiano que, en este caso, corresponde a un determinante de orden cuatro, cuyos segundo, tercero y cuarto renglones son muy laboriosos de obtener y su desarrollo lleva a que es idénticamente nulo por lo que con él no puede concluirse y se sigue en “duda”.

Problemas (reactivos para un examen) como éstos, no se encuentran fácilmente en los libros de texto, ni en exámenes anteriores, deben ser pensados, inventados y diseñados por el profesor; para ello se requiere dedicar tiempo y creatividad a la elaboración de cada reactivo, teniendo siempre en mente el concepto que es conveniente evaluar. Pero, si los reactivos originales e ingeniosos se vuelven a utilizar en repetidas ocasiones, se convierten en “problemas tipo” y pierden su efectividad. Deben usarse en tal caso, sólo de vez en cuando y después de varios periodos lectivos de su primera aplicación. Es por esto que la elaboración de un buen examen requiere, del docente, tiempo, conocimiento, esfuerzo y dedicación.

Otro aspecto de los exámenes que propicia la mecanización y la falta de razonamiento es el empleo, sin ninguna variación, de frases hechas. Con frecuencia leemos en un examen algo parecido a: determinar si la matriz dada tiene inversa, en caso afirmativo obtenerla, en caso negativo *justificar la respuesta*. Esto, está correctamente redactado, pero puede variarse la última oración y decir: en caso negativo explicar el porqué, o bien, dar la razón de la no existencia u otras. A este respecto, oí el comentario de un colega diciendo que es mejor usar “justificar la respuesta”, porque es la que se emplea siempre y si se cambia el estudiante puede confundirse. Creo que el no cambiarla induce a la pobreza del idioma y a la memorización sin atención en los enunciados ni razonamiento en lo que se solicita.

Para finalizar, los exámenes escritos, para ser buenos instrumentos de evaluación, deben ser elaborados poniendo atención en todos sus aspectos: contenido, originalidad, redacción clara, precisa y con riqueza y elegancia de lenguaje de ser posible.