

Sobre la evaluación de competencias en el ciclo básico de ingeniería

Francisco R. Soria & Dante del V. Pastorelli

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Tucumán.

fsoria@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN: En este trabajo se aborda la difícil tarea de la evaluación para la debida acreditación de saberes en una materia del segundo año del ciclo básico de ingeniería. Con el mismo se pretende iniciar la discusión del tema en el ámbito de las facultades de ingeniería de la región con el objeto de unificar criterios de evaluación y si es necesario la revisión de contenidos y modos de impartir el conocimiento. Se realiza un análisis de la herramienta de evaluación, en este caso dos problemas de óptica ondulatoria, y se presentan los resultados registrados en un examen parcial escrito. Se elaboran las conclusiones y se proponen líneas de investigación futuras con el propósito de ahondar en el tema de las competencias en ingeniería.

1 INTRODUCCIÓN

Una de las etapas más críticas de la tarea docente es la acreditación de saberes. La misma se lleva a cabo mediante distintas modalidades, como exámenes escritos, orales, presentación de monografías y proyectos finales, entre otras. En todas ellas está implícita la evaluación de conocimientos mediante una calificación, que en muchos casos se traduce en una cuantización no sólo del cuerpo de conocimientos evaluado sino también del modo de presentación y expresión de cada estudiante.

Con el objeto de ahondar en el tópico y tratar de descubrir cuáles son los elementos más significativos que intervienen en este proceso, se realiza un análisis estadístico - cognitivo del instrumento de evaluación. Se presentan además los puntajes obtenidos por los estudiantes en un examen parcial escrito y se analizan los resultados a la luz de las condiciones particulares bajo las cuáles se desarrolla la evaluación.

2 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El instrumento de evaluación seleccionado en este caso es un problema de óptica ondulatoria, el cuál forma parte del enunciado de un examen parcial escrito, en dos versiones distinguidas como tema 1 y tema 2.

2.1 Enunciados de los problemas

A continuación se presentan los dos enunciados de los problemas.

Tema 1: En la Figura 1 se presenta el patrón de iluminación observado en una pantalla a 5m de otra pantalla en la cual se practicaron rendijas de

ancho b y separadas una distancia a entre ellas. Se hizo incidir una radiación monocromática de frecuencia 590×10^{12} Hz. (a) Determine el número de rendijas y explique porqué el patrón de iluminación tiene esta forma. (b) Calcule los valores de a y b . (c) Demuestre que la intensidad de una onda es directamente proporcional al cuadrado de la amplitud de su campo magnético.

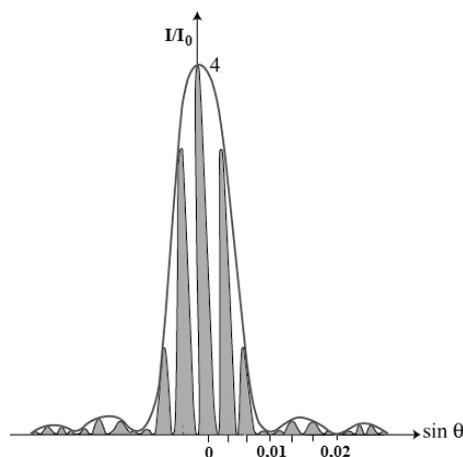


Figura 1. Patrón de iluminación.

Tema 2: En la Figura 2 se presentan tres patrones de iluminación observados en una pantalla ubicada a una distancia de 10m producidos por tres sistemas diferentes de ranuras. Se hizo incidir en cada caso una radiación monocromática de frecuencia 590×10^{12} Hz. (a) Describa cualitativamente y justifique a qué arreglo de ranuras corresponde cada patrón de iluminación. (b) Si el ancho angular del máximo de difracción de la segunda figura es de 5° , calcule el ancho y la separación de las ranuras. (c) Demuestre que la

intensidad de una onda es directamente proporcional al cuadrado de la amplitud de su campo eléctrico.

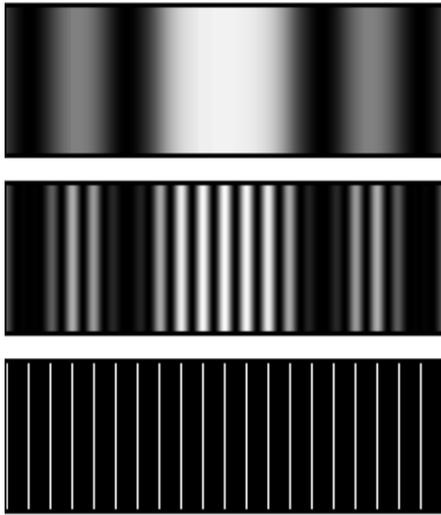


Figura 2. Patrones de iluminación.

Las Figs. 1 y 2 presentan dos formatos de registro de los fenómenos de interferencia y difracción producidas por ranuras. Ambas representan la distribución de intensidades sobre las pantallas. La primera es una gráfica analítica de la función intensidad relativa en función de la variable $\sin(\theta)$. La segunda muestra tres fotografías de las pantallas de observación.

2.2 Puntaje y evaluación cognitiva

Como se dijo antes, la evaluación es una de las tareas más críticas de la experiencia docente. La redacción de un problema que será usado como instrumento de medición de saberes debe hacerse cuidadosamente. En este caso los problemas se redactaron en forma clara y concisa usando un lenguaje científico y términos de amplia aceptación dentro del contexto del tema.

La puntuación máxima del problema es de 2,5 puntos. Los apartados (a) y (c) tienen un valor de 0,75 puntos mientras que el apartado (b) tiene un valor de 1,0 puntos.

Antes de relacionar los puntajes con los conocimientos involucrados y proponer o justificar las puntuaciones en base a una evaluación cognitiva de los mismos, es necesario introducir en este punto algunos conceptos propios de la psicología del aprendizaje.

En psicología, cognitivo es todo aquello perteneciente o relacionado con el conocimiento. El conocimiento es a su vez un cúmulo de información del que se dispone gracias a un proceso de aprendizaje o de experiencias. Por lo

tanto lo cognitivo se relaciona con las acciones de almacenar, recuperar, reconocer, comprender, organizar y usar la información.

Dentro de la psicología hay diversas corrientes de pensamiento, una de ellas es la psicología cognitiva, que tiene por finalidad el estudio de los mecanismos o procedimientos mentales involucrados en la construcción del conocimiento desde la percepción, la memoria y el aprendizaje hasta la formación de conceptos y razonamiento lógico.

El desarrollo cognitivo, también conocido como desarrollo cognoscitivo, se enfoca en los procedimientos mentales y en las conductas que emanan de estos procesos; el desarrollo es una consecuencia de la voluntad de las personas por entender la realidad y desempeñarse en sociedad, y se vincula directamente con la capacidad natural que tienen los seres humanos para adaptarse e integrarse a su ambiente.

La modalidad que tienen las personas de analizar los datos y emplear los recursos cognitivos se conoce como estilo cognitivo. No está vinculado a la inteligencia ni al coeficiente intelectual sino que es un factor propio de la personalidad.

Numerosos autores coinciden en que el aprendizaje cognitivo es el proceso en el que la información entra al sistema de razonamiento, es procesada y causa una determinada reacción en las personas.

A continuación se analizan y valoran los conceptos físicos involucrados en los problemas teniendo en cuenta los aportes de la psicología.

En los apartados (a) a partir de los patrones de intensidad se debe identificar la presencia de los fenómenos de interferencia y difracción, y si ocurren juntos o en forma separada. Además se debe relacionar los patrones con el número de rendijas que los producen. Por último se debe justificar en forma coloquial a partir de la observación o mediante una relación matemática que el número de rendijas es el indicado anteriormente. En este apartado hay tres acciones cognitivas concretas y a cada una de ellas se le asigna un valor de 0,25 puntos.

En los apartados (b) se debe operar matemáticamente para encontrar los parámetros pedidos. Para ello se debe aplicar correctamente las expresiones de las condiciones de máximos de interferencia y de mínimos de difracción. Se asigna un valor de 0,25 por la aplicación de cada una de las expresiones y 0,25 por cada una de las operaciones matemáticas bien resueltas.

En los apartados (c) se pide una demostración a la cual se puede llegar por dos caminos. El primero mediante la aplicación directa de la definición de vector de Poynting, la relación entre los campos de una onda electromagnética y la expresión de

las ondas como funciones armónicas. El segundo mediante la definición de densidad de energía de la onda electromagnética, la relación entre los campos y la expresión de las mismas como funciones armónicas. En este caso la demostración consiste de tres pasos no necesariamente consecutivos y a cada uno se le asigna un valor de 0,25 puntos.

El apartado (c), netamente teórico, se incluye debido a que en esta instancia, si se aprueban los parciales con nota mayor o igual a siete se está en condiciones de promocionar la materia sin examen final y el desarrollo de un proyecto experimental.

El fraccionamiento en cantidades de 0,25 puntos es una tradición de la cátedra y como se ha demostrado más arriba justifica un mínimo de conocimiento sobre los temas evaluados.

2.3 Análisis estadístico

La asignación de puntaje de los apartados del problema y el fraccionamiento de 0,25 puntos plantea un caso estadístico de combinatoria de tres elementos cuya suma da la valoración total del problema. En la Tabla 1 se muestran los posibles valores de cada uno de los elementos, en este caso, los apartados del problema.

Tabla 1. Puntajes posibles de los apartados.

Apartados	Puntajes				
a	0	0,25	0,5	0,75	
b	0	0,25	0,5	0,75	1
c	0	0,25	0,5	0,75	

De acuerdo con el cálculo combinatorio, el número de combinaciones de tres elementos que pueden tomar cuatro, cinco y cuatro valores distintos, respectivamente, se puede determinar mediante el producto:

$$n_a \times n_b \times n_c = 4 \times 5 \times 4 = 80 \quad (1)$$

En este resultado se incluyen algunas combinaciones que no son posibles porque sumados darían un valor superior a los 2,5 puntos. Además, hay combinaciones que tienen los mismos valores numéricos pero cambiados de lugar, que sumados dan un mismo valor, por ejemplo la combinación 0,25 – 0,5 – 0,75 puede escribirse de seis maneras distintas intercambiando los lugares, y todas ellas suman 1,5.

Teniendo en cuenta las permutaciones de los valores y la condición de que su suma debe ser menor o igual a 2,5 puntos se ha elaborado la

siguiente tabla para contar el número de combinaciones posibles.

Tabla 2. Número de combinaciones (NC)

Suma	Sumandos	NC	Total
0	0 0 0	1	1
0,25	0 0 0,25	3	3
0,5	0 0 0,5 0 0,25 0,25	3 3	6
0,75	0 0 0,75 0 0,25 0,5 0,25 0,25 0,25	3 6 1	10
1	0 1 0 0 0,25 0,75 0,25 0,25 0,5	1 6 3	10
1,25	0 1 0,25 0,25 0,25 0,75 0,25 0,5 0,5 0 0,5 0,75	2 3 3 6	14
1,5	0 1 0,5 0,25 1 0,25 0,25 0,5 0,75 0 0,75 0,75 0,5 0,5 0,5	2 1 6 3 1	13
1,75	0 1 0,75 0,25 1 0,5 0,25 0,75 0,75 0,5 0,5 0,75	2 2 3 3	10
2	0,25 1 0,75 0,5 1 0,5 0,5 0,75 0,75	2 1 3	6
2,25	0,5 1 0,75 0,75 0,75 0,75	2 1	3
2,5	0,75 1 0,75	1	1

Si representamos el número de combinaciones totales en función del puntaje obtenemos una distribución casi normal alrededor del valor 1,25 como se muestra en la Fig. 3.

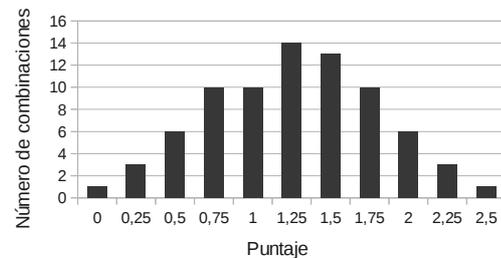


Figura 3. Número de combinaciones vs puntaje.

Desde el punto de vista estadístico se puede concluir que: (1) las combinaciones no son todas igualmente probables, (2) la mayoría de ellas se encuentra distribuida entre los valores 0,75 y 1,75; (3) en el rango de valores 1,25 y 2,5 hay más combinaciones (47) que en el rango de valores 0 y 1 (30).

Por lo tanto el diseño del problema y sus apartados se pueden considerar adecuado para la evaluación de los contenidos involucrados.

3 RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan los puntajes obtenidos por los estudiantes en el examen parcial.

Tabla 3. Resultados

Puntaje	T1 Frecuencia	T2 Frecuencia
0	85	102
0,25	25	36
0,5	10	16
0,75	14	10
1	12	7
1,25	16	1
1,5	7	5
1,75	10	0
2	2	1
2,25	4	1
2,5	2	0
Total	187	179

Se puede observar en la tabla que el valor cero introduce un sesgo muy grande en la distribución de los resultados. Esto se explica por el hecho de que la mayoría de los estudiantes optaron por no resolver este problema y decidieron poner todo su esfuerzo en la resolución de los otros problemas del examen.

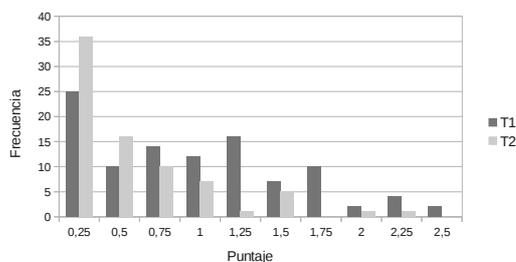


Figura 4. Distribución de resultados por temas.

Desde el punto de vista estadístico el sesgo que introduce el valor cero en la distribución no permite realizar un análisis adecuado de los datos ni de la herramienta de evaluación. Es por eso que se decide omitir en los resultados el valor cero y considerar únicamente los valores en el rango 0,25 a 2,5 puntos.

4 CONCLUSIONES

A partir de los resultados resumidos en la Fig. 4 se puede concluir que: (1) el Tema 1 fue resuelto en mayor proporción que el Tema 2. Esto implica que los estudiantes interpretan mejor la gráfica analítica que las fotografías; (2) la mayoría de los estudiantes, un 72,6%, no ha alcanzado la puntuación media del problema, esto se traduce en que no han logrado fijar la cantidad de conceptos suficientes para la comprensión de los temas; (3) el 27,4% de los estudiantes ha igualado y superado los 1,25 puntos, lo que demuestra una adecuada conceptualización de los fenómenos físicos evaluados; y (4) el 5,6% de los estudiantes alcanzó puntajes en el rango 2 a 2,5.

La evaluación, como herramienta útil y necesaria para la acreditación de saberes contribuye no solamente al mejoramiento de la calidad educativa sino también a la revisión de contenidos y modalidades con que se imparten. En este caso particular se deberán tomar acciones que conduzcan a encontrar las causas de los resultados registrados y la búsqueda de nuevos recursos que faciliten la comprensión de los fenómenos físicos evaluados.

5 REFERENCIAS

- Cognitive learning theory. Using Thinking to learn. <http://explorable.com/cognitive-learning-theory>. 2013.
- Cognitive psychology. http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_psychology. 2013
- Jean Piaget Society. Society for the Study of Knowledge and Development. <http://www.piaget.org/aboutPiaget.html> 2013.
- Murani A., Jean Piaget. *Perspectives : revue trimestrielle d'éducation comparée (Paris, UNESCO : Bureau international d'éducation)*, vol. XXIV, n° 1-2, 1994, p. 321-337.
- Soria F., P. Brito & V. Rios. Aportes al desarrollo de competencias en el ciclo básico de carreras de ingeniería. Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA. Santiago del Estero. 2008. ISBN 978-987-1341-75-5.
- Stone Wiske M., *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Editorial Paidós, Buenos Aires, 2005.