

EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS EN CIENCIAS BÁSICAS PARA INGENIERÍA

Investigación realizada en la Facultad de Ingeniería
de la Universidad de Mendoza

Autores

Ana María NUÑEZ – Universidad de Mendoza

Ruth LETTON – Universidad de Mendoza

José Antonio NARANJO – Universidad de Granada

Resumen

En la Universidad de Mendoza se desarrolló una investigación cuya meta fue elaborar un instrumento de evaluación para testear el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias. Se generó una prueba criterial capaz de estimar en cada estudiante el nivel de competencia en los currículos desarrollados en Ciencias Básicas para ingeniería.

Este instrumento de evaluación ha de servir como modelo, dentro o fuera del campo de las Ciencias Básicas. Posee un enfoque pedagógico didáctico que supone un proceso de enseñanza por competencias, con énfasis en la resolución de problemas interdisciplinarios.

Palabras claves

Evaluación por competencias; prueba criterial; evaluación en Ciencias Básicas; construcción de instrumento de evaluación

Introducción

Partiendo del supuesto que la evaluación constituye una herramienta valiosa, que, utilizada adecuadamente, favorece el logro de los objetivos curriculares, se puede considerar oportuna la comprobación periódica del grado de avance en el desarrollo de competencias y el nivel de adquisición e integración de conceptos de los estudiantes a lo largo de su formación, con el objeto de sentar las bases para la reformulación de políticas institucionales que atiendan las debilidades que pudieran detectarse.

El estudio realizado en la Facultad de Ingeniería fue una investigación educativa, con un enfoque holístico, centrado en la construcción de un instrumento de evaluación, el cual fue concebido como modelo, capaz de adecuarse a otros dominios dentro o fuera del campo de las Ciencias Básicas. La concreción del

modelo se plasmó en una prueba criterial, con un enfoque pedagógico didáctico que supone un proceso de enseñanza por competencias, con énfasis en la resolución de problemas interdisciplinarios.

Para Hambleton y Swaminathan (1978) *"las Evaluaciones Referidas al Criterio se usan para guiar el progreso individual en programas basados en objetivos de aprendizaje, para diagnosticar deficiencias de aprendizaje, para evaluar programas de acción educativa y social y para orientar competencias en diferentes exámenes y certificaciones."*

El alumno que enfrenta este tipo de pruebas debe ser capaz de transferir los conocimientos conceptuales que ha adquirido a lo largo de su formación, enfatizando lo que puede hacer y no solamente lo que sabe en un campo disciplinar determinado. Desde esta perspectiva, el estudiante pone a prueba conocimientos y habilidades para afrontar situaciones complejas, reales o hipotéticas.

Para J. Jornet Meliá (2005) *"Una prueba criterial es un instrumento orientado a recoger información acerca del rendimiento de los estudiantes y que pretende una aproximación absoluta de valoración de la calidad de la ejecución."*

Analizando el contexto en el momento en que llevó a cabo la investigación, se considera pertinente mencionar que la Facultad de Ingeniería llevaba varios años implementando un plan estratégico orientado a mejorar los aprendizajes y el rendimiento académico de los estudiantes en el área de las Ciencias Básicas. Teniendo en cuenta que el área de las Ciencias Básicas comprende el 80% del currículum de Ingeniería en los primeros años de la carrera, y que el 95 % de las asignaturas del área se imparte en los dos primeros años de cursado, se constituye en un área de fundamento en la formación del ingeniero, con un alto impacto en los indicadores de deserción y el desgranamiento de las cohortes.

Dentro de las acciones puestas en juego en este plan estratégico se pueden mencionar capacitaciones disciplinares y pedagógico-didácticas destinadas a los docentes del área, propuestas de programas y proyectos de investigación, evaluación del desempeño docente, revisión de contenidos conceptuales en función a los estándares definidos por CONEAU, modificaciones en el curso de ingreso a ingeniería, implementación de un sistema de apoyo para alumnos que comprende talleres de apoyo destinados a los estudiantes recién ingresados a la carrera y a los que evidencian fracaso en el proceso de enseñanza de aprendizaje de las asignaturas del área.

En este escenario, la investigación llevada a cabo pretendió analizar a través de una prueba el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias, en el área de las Ciencias Básicas con el objeto de indagar el grado de efectividad

de las estrategias impulsadas desde la Institución para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En una primera etapa del estudio se realizó la aproximación teórica al objeto de estudio, incluyendo el planteamiento y la justificación del problema de investigación, el análisis de los antecedentes, la fundamentación teórica desde el punto de vista legal, institucional, disciplinar y pedagógico didáctico, la definición de la intención pedagógica del estudio y la determinación de la metodología de trabajo.

En una segunda etapa, se desarrolló la investigación empírica, la que comprendió las cuestiones relativas a la construcción del instrumento de evaluación, a la aplicación del mismo y el análisis de resultados, para finalizar con las conclusiones y reflexiones que se derivan de la investigación.

Del estudio de situación que se realizó en el marco de la investigación, se obtuvo información que daba cuenta de la existencia de instrumentos para evaluar a un alumno de ingeniería en el área de las Ciencias Básicas, pero no habían sido planificados para observar los niveles de adquisición e integración de conceptos y competencias a través de la resolución de problemas. Presentaban fundamentalmente ítems de múltiple opción, con tareas que no requerían de la integración del conocimiento y el desarrollo de estrategias, habilidades y destrezas por parte del alumno. Por lo cual, no pudieron ser utilizadas en el marco de la investigación propuesta.

La construcción del instrumento

La construcción del instrumento demandó diversas acciones, las cuales se sintetizan a continuación:

- Se enunció el propósito de la prueba: “medir el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias en el área de las Ciencias Básicas para ingeniería”.
- Se seleccionó del área de las Ciencias Básicas a las subáreas Matemática y Física, por ser comunes a todas las especialidades de ingeniería.
- Se determinó el grupo de estudiantes a evaluar, considerando el propósito definido se fijó al grupo de alumnos que cursaban el 3º año de la carrera y que además habían rendido y aprobado las materias cuyas temáticas se habían involucrado en la prueba.
- Se convocó a la totalidad de los docentes del área de las Ciencias Básicas a participar en las diferentes etapas que demandó el proceso de construcción de la prueba.

- Se elaboraron tablas de aprendizajes fundamentales para cada asignatura de las subáreas Matemática y Física en las cuales se determinaron los niveles de logro esperados.
- Se realizó un recorte de los contenidos a evaluar, partiendo de aquellos fundamentales de la Física para, posteriormente, identificar los contenidos subordinados a éstos desde la Matemática.
- Se puntualizaron como objetivos de la prueba indagar si los alumnos:
 - ✓ Comprenden los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.
 - ✓ Reconocen expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza, identificando el modelo subyacente.
 - ✓ Establecen relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo explica.
 - ✓ Planifican estrategias para la resolución de un problema a partir de la identificación de los datos y la representación de los mismos.
 - ✓ Identifican y comprenden textos, gráficas y símbolos.
 - ✓ Interpretan y elaboran diferentes representaciones utilizando distintos registros y lenguajes: como por ejemplo tablas numéricas a partir de conjuntos de datos, gráficas, expresiones funcionales, teniendo en cuenta el fenómeno al que se refieren.
 - ✓ Producen e informan resultados utilizando el lenguaje simbólico específico.
- Se definieron las competencias del área, partiendo de considerar que las competencias representan una combinación de atributos, en relación al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas; que describen el grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos. Lo que demandó la instancia de validación por juicio de expertos.
- Se establecieron los criterios de desempeño que remitían a cada competencia, con el objeto de poder mensurarlas. Se sistematizaron las competencias y criterios de desempeño:

	Competencias	Criterios de Desempeño
	<i>El alumno es capaz de:</i>	<i>Si:</i>
FORMACIÓN LÓGICO DEDUCTIVA	Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. • Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema.
	Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> • Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. • Construye el algoritmo matemático que modeliza el fenómeno natural.
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa.	<ul style="list-style-type: none"> • Asocia el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta. • Explica una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas.
	Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural. • Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. • Analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos en una situación problemática.
HABILIDADES PARA LA COMUNICACIÓN ESCRITA	Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Lee e interpreta físicamente los símbolos y signos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza presentados en un problema. • Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza.
	Utilizar sistemas de representación gráfica.	<ul style="list-style-type: none"> • Lee una representación gráfica y extrae los datos que ella suministra. • Reconoce el concepto físico que se da a través de una representación gráfica. • Construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural.

Estas columnas descriptoras de las competencias definidas y los criterios de desempeño, enunciados a modo de indicadores que remiten a ellas, se constituyó en el modelo de instrumento que se propuso en la investigación realizada. Se puede extrapolar a otros campos del saber y pone en evidencia el aporte de las Ciencias Básicas a la formación de fundamento de un ingeniero.

- Se generó una base de datos de ejercicios y problemas con posibilidades de ser incluidos en la prueba. Se realizó la validación por juicio de expertos de la totalidad de los ejercicios y problemas.
- Se realizó la validación de campo de la totalidad de los problemas de la base de datos, para posteriormente seleccionar los que estaban en condiciones de ser incluidos en la prueba a través de la determinación del índice de discriminación y del índice de dificultad.
- Se realizó la depuración de la base de datos a partir de los resultados de las validaciones por juicio de expertos y de la validación de campo, para posteriormente realizar una selección de ellos para incluir en la prueba.
- Se determinó la longitud de la prueba, se seleccionaron los problemas a incluir, se confeccionó el cuaderno de respuestas con las claves de puntuación en función al nivel de complejidad de las tareas que demandaba la resolución de cada situación.
- Se construyó una tabla de especificaciones que ponía en evidencia la relación existente entre los contenidos con las competencias, en función a los ejercicios que se seleccionaron para la prueba.

La aplicación del instrumento

Con la concreción del modelo en una prueba, se procedió a la aplicación de la misma. Esto demandó la definición de criterios de corrección, los cuales se determinaron siguiendo los lineamientos de CONEAU para las pruebas estandarizadas que forman parte de las instancias de acreditación:

1. Manejo de conceptos, formulación del planteo y manejo de información.
2. Cálculo o cálculo analítico
3. Capacidad para la producción escrita, organización de la prueba, presentación general.

Posteriormente se procedió a calificar cada prueba y se asignó el puntaje total a cada alumno, el puntaje parcial por criterio de corrección, el puntaje parcial por competencia y el puntaje parcial por criterio de desempeño, con el objeto de sistematizar y analizar los datos con mayor detalle.

Con respecto al análisis de fiabilidad del instrumento, se calculó el coeficiente de fiabilidad (α de Crombach), el cual informó acerca de la consistencia interna del test.

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

Alpha = ,7687

En relación al valor obtenido según el procedimiento de Kuder y Richardson, se pudo inferir que la prueba fue altamente fiable.

La prueba se aplicó en dos oportunidades, en el ciclo 2008 y en el ciclo 2009. En la primera oportunidad se evaluaron 34 alumnos y en la segunda oportunidad 62. En ambos casos el número de alumnos que fue sometido a evaluación superó ampliamente el 50% de los que estaban en condiciones de rendir la prueba.

Se consideró que estaban en condiciones de rendir la prueba aquellos alumnos que habían cursado y aprobado la totalidad de las asignaturas de las subáreas Matemática y Física, de las cinco especialidades de ingeniería que se imparten en la Universidad de Mendoza. La ubicación temporal en la carrera corresponde al final del tercer año de cursado.

La asistencia a la instancia de evaluación fue voluntaria y anónima. Por lo tanto, se consideró una participación adecuada.

El análisis de los datos se realizó teniendo en cuenta la “Capacidad para integrar conceptos y competencias”, que fue definida como: cuánto sabe el alumno de cada disciplina y en qué modo puede integrar ese saber en diferentes contextos, en relación al nivel de calidad exigible previamente definido.

Conclusiones y reflexiones

Los datos recogidos revelaron serias dificultades en los alumnos en el momento de resolver los problemas de la prueba. Algunas de las conclusiones a las cuales se arribó en esta investigación se sintetizan a continuación.

Las expectativas manifiestas de los docentes del área de las Ciencias Básicas no se correspondieron con los resultados obtenidos por los alumnos.

Desde la selección de competencias y contenidos, pasando por la formulación y valoración de los problemas, hasta la asignación de puntajes, los profesores suponen que las prácticas de aula han sido capaces de producir aprendizajes más significativos en los alumnos, de los que se evidencian en los resultados obtenidos.

Desde el punto de vista de la Matemática, los evaluados en general manejaron adecuadamente las temáticas asociadas al concepto de derivadas, integrales, funciones, ecuaciones, sistemas de ecuaciones, vectores.

En el momento de transferir estos saberes a la Física para resolver un problema alcanzaron a superar la etapa básica de aplicación, sin pasar al planteo de estrategias de resolución del problema. Situación que evidenció dificultades en la integración de conceptos.

Desde el punto de vista de la Física, los estudiantes debían poseer la capacidad interpretativa de los fenómenos de la naturaleza en relación a las magnitudes involucradas y al modelo matemático subyacente.

Si bien reconocieron los fenómenos naturales a los que alude el problema, no se percibió una clara interpretación del mismo.

Desde el punto de vista institucional, se puede suponer que las acciones puestas en marcha para la mejora de la calidad educativa debieron impactar directamente en el rendimiento académico del alumno.

Los resultados obtenidos mostraron que no han sido suficientes. Por cual, cabe considerar que estratégicamente hay que realizar planificaciones que atiendan la problemática detectada.

Si bien la investigación inicialmente iba a comprender la aplicación de la prueba a un solo grupo de estudiantes, institucionalmente se impulsó una nueva aplicación de la prueba a otro grupo de estudiantes, de una cohorte posterior, con las mismas restricciones implementadas en el grupo antes evaluado. Fue así que al año siguiente se volvió a aplicar el instrumento y los resultados no pudieron mostrar diferencias en cuanto a los resultados obtenidos respecto del primer grupo.

Esta segunda aplicación del mismo instrumento proporcionó información acerca de la equivalencia de los resultados, ratificando la estabilidad del instrumento con lo cual fue evidenciado un elevado grado de confianza, lo que indicó que los errores de medición habían sido controlados y reducidos en forma satisfactoria.

Reflexiones

Supuestamente debía existir convergencia de conceptos y competencias que el alumno adquirió en el lapso de su formación académica, que le permitieran manifestar un nivel suficiente de adquisición e integración de los mismos en el momento de realizar el test.

Diferentes focos de análisis fueron sistemáticamente aplicados para obtener información cuantitativa y resolver interpretaciones heurísticas que arrojaron luz

a la dimensión cualitativa del presente estudio. Los criterios de corrección, tanto como las competencias y los criterios de desempeño se constituyeron en las dimensiones de la variable de trabajo.

La información recolectada dio cuenta que los estudiantes, en general, evidencian comprender adecuadamente los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema, y mostraron reconocer satisfactoriamente las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza.

Entonces, los supuestos didácticos presuponían que este mismo alumno debió concretizar las habilidades y destrezas adquiridas en el momento de transferirlas en la realización del cálculo analítico, que requiere fundamentalmente de esa comprensión y reconocimiento, pero que además precisa de la modelización del fenómeno, la interpretación y el análisis de factibilidad.

Pero cuando se revisó la información disponible y se contrastó con las expectativas, se avanzó sobre la incertidumbre. Cupo entonces cuestionarse acerca de qué está pasando en el aula, qué sucede con las metodologías de enseñanza, qué sucede con la adquisición de conceptos y el desarrollo de competencias.

Se planteó entonces la reflexión desde tres perspectivas la institución, el diseño curricular y los docentes. Siempre interrelacionados y teniendo como eje central al alumno.

Por un lado, la institución y el equipo de conducción, responsables de velar por el cumplimiento del diseño curricular, los cuales deben estar más atentos a los procesos de enseñanza y aprendizaje que involucran a los docentes y al alumno.

Por otro, el diseño curricular, que si bien debe estar subsumido a los estándares definidos por las normativas vigentes, también debe ser suficientemente coherente con el modelo de ciencia asumido por la institución, además debe ser dinámico y con la posibilidad de implicar al docente para no quedar en el papel y ser efectivamente llevado al aula, donde adquiere su verdadero valor.

Finalmente el docente, quien debe comprometerse aun más con el paradigma epistemológico que los tiempos actuales le requieren y que la institución le está proponiendo. Sin perder de vista que el horizonte es la formación integral del alumno. Cuestión que no es sencilla, ya que es un proceso que requiere de tiempo y esfuerzo.

Así como no es posible pensar en un alumno que integre conocimientos de distintos campos del saber sin que se le haya enseñado a hacerlo, tampoco es posible pensar en un profesor que se ajuste a las tendencias curriculares actuales

sin que haya transitado un proceso sistemático de cambio en su forma de enseñar y evaluar.

El desarrollo de competencias en el ámbito educativo demanda reflexión y compromiso por parte del plantel docente, un programa adecuado de capacitación y formación de profesores y un permanente seguimiento curricular. Puesto que el paradigma de la educación por competencias supone la revisión, tanto de estrategias de enseñanza y aprendizaje, como de procedimientos y mecanismos de evaluación.

Bibliografía

1. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA (ACOFI), (2.007); *Instructivo Para La Presentación De La Prueba EXIM (Examen Intermedio de Ciencias Básicas)*; Bogotá; Documento producido y publicado por ACOFI.
2. ASTEGGIANO, D. Y OTRO, (2.006); *1° Informe Estrategias de Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina*; Buenos Aires; CONFEDI.
3. ASTEGGIANO, D. Y IRASSAR, F., (2.006); *Primer acuerdo sobre competencias genéricas*; La Plata; CONFEDI.
4. BUENDÍA E., L. Y SALMERÓN PÉREZ, H., (1.994); *Construcción de Pruebas Criteriales de Aula*; Revista Investigación Educativa N° 23.
5. COMISIÓN NACIONAL DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN UNIVERSITARIA, (2.003); *Resolución N° 487/03, Acreditación de la Carrera en Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza*; Buenos Aires; CONEAU.
6. CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA, (2.005); *Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías*; Santa Fe; Reunión plenaria CONFEDI.
7. CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA, (2.000); *Manual de acreditación para carreras de ingeniería en la República Argentina*; Argentina; CONFEDI.
8. DIRECCIÓN DEL ÁREA DE LAS INGENIERÍA Y LA TECNOLOGÍA, (2.007); *Guía para el sustentante – Examen Intermedio de Licenciatura en Ciencias Básicas de Ingeniería*; México; Documento producido y publicado por el CENEVAL.
9. ESCOBAR DÍAZ, M., (2.007); *Marco de Fundamentación Conceptual – Física*, Bogotá; Documento producido y publicado por ACOFI.

10. HERNÁNDEZ NODARSE, M. (2.007); *Perfeccionando los exámenes escritos, reflexiones y sugerencias metodológicas*; Revista Iberoamericana de Educación n° 41; Edita: Organización de Estados Iberoamericanos.
11. GONZALEZ, J., WAGENAAR, R., (2.003); *Tuning Educational Structures in Europe, Informe Final, Fase Uno*, Bilbao; Universidad de Deusto, RGM S.A.
12. GRUPO DE EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, (2.006); *Antecedentes y marco legal*; Colombia; Documento producido por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES).
13. JORNET MELIÁ, J. y otros (2.005); *Problemas de la Medición y Evaluación educativa, Estándares e Indicadores para Analizar la Realidad Educativa*; Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación; Valencia; Universidad de Valencia.
14. MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN, (1.995); *Ley Nacional de Educación Superior N° 24.521*, Buenos Aires; Publicada en el Boletín oficial N° 28.204.
15. PERALES, F.J. Y OTROS, (2.000); *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*; España; Editorial Marfil S.A.
16. PÉREZ JUSTE, R.; GARCÍA RAMOS, J. M., (1.989); *Diagnóstico, Evaluación y toma de decisiones*; Tratado de educación personalizada; Madrid; Ediciones Rialp.
17. PERRENOUD, P.(1.999); *Dix nouvelles competences pour enseigner*, Paris ; ESF Editor.
18. POSADA ALVAREZ, R., (2.007) ; *Formación Superior Basada en Competencias, Interdisciplinariedad y Trabajo Autónomo del estudiante* ; Revista Iberoamerica de Educación n° 41; Edita: Organización de Estados Iberoamericanos.
19. POZO MUNICIO, J.I. (1.997); *La solución de problemas*; Buenos Aires; Ediciones Santillana S.A.
20. SALAZAR CONTRERAS, J. (2.006); *Competencias y Componentes*; Taller de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería; Carlos Paz; CONFEDI.
21. TORRADO, M., (1.998); *De la Evaluación de Aptitudes a la Evaluación de Competencias*; Bogotá; ICFES.