



EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DOCENTES EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA A NIVEL SUPERIOR, BASADO EN EL ARGUMENTO INTERPRETATIVO DE MICHAEL T. KANE

¹MARÍA D. ESPINOSA ABADÍA Y ²FREDDY E. GONZÁLEZ

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá, Panamá
E-mail: mariad.espinosa@up.ac.pa

²Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Panamá, Panamá
E-mail: freddygonzalez.pa@gmail.com

RESUMEN

El alto índice de reprobados en Matemática y Estadística a nivel superior nos motivó a presentar un método de enseñanza basado en las futuras profesiones que han de ejercer los estudiantes, de esto trata el argumento interpretativo. Los grupos de trabajo estuvieron representados por: a) tres grupos a nivel de Licenciatura y b) dos a nivel de postgrado.

El estudio se dividió en tres fases: de Diseño, de Validación y de Análisis. Finalmente se lograron realizar dos evaluaciones de competencias: la autoevaluación de competencias del docente y la evaluación de competencias del estudiante cuyos resultados fueron favorables en ambos niveles de enseñanza.

PALABRAS CLAVES: Evaluación por Competencias, Argumento Interpretativo, Didáctica de la Matemática, Didáctica de la Estadística, Enseñanza Superior.

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de la Conferencia Mundial de la Educación Superior auspiciada por la UNESCO y celebrada en París en 1998, se dictan una serie de acciones prioritarias que deben desarrollarse en el plano nacional de conformidad con la Declaración Universal de los Derechos Humanos, según la cual “toda persona tiene derecho a la educación” y que “el acceso a los estudios superiores será igual para todos, en función de los méritos respectivos”¹. “No puede aceptarse ninguna discriminación ni nadie deberá quedar excluido de la educación superior ni de sus ámbitos de estudio, niveles de titulación y diferentes tipos de establecimientos por razones fundadas en su raza, género, lengua, religión, edad ni tampoco por diferencias económicas o sociales ni discapacidades físicas”².

Basados en nuestra experiencia docente a nivel superior, consideramos que esta accesibilidad a la enseñanza superior se ve limitada por el alto número de deserciones que ocurren en nuestras universidades públicas, muchas veces provocada por la gran cantidad de estudiantes reprobados en asignaturas fundamentales como Matemática y Estadística, entre otras causas. Diferentes sectores educativos y de la sociedad en general nos preguntamos frecuentemente: ¿A qué se deben estos altos índices de estudiantes reprobados? ¿Cómo podemos reducir las cifras de reprobados? Múltiples factores pueden ser la causa de estos fracasos o deserciones, entre ellos:

- La mala política educativa de los gobiernos de turno.
- Las limitaciones presupuestarias para las universidades públicas.
- Las condiciones socioeconómicas de los estudiantes.
- La falta de motivación que confronta el estudiantado.
- Métodos enseñanza obsoletos.

¹ Declaración Universal de los Derechos Humanos, Párrafo 1, Artículo 26

² Conferencia Mundial sobre Educación Superior. La Educación Superior en el siglo XXI. Visión y Acción. 9 de octubre de 1998.

Planteamiento del problema

En esta investigación pretendemos buscar una alternativa de solución a la problemática del alto número de estudiantes reprobados en Matemática y Estadística a nivel superior haciendo uso de la didáctica de la Matemática y de la didáctica de la Estadística, donde proponemos una metodología para la evaluación de la competencia de los profesores que sirva de base para llevar a cabo evaluaciones válidas y justas a los estudiantes.

A pesar de que las corrientes de acreditación universitaria y evaluación por competencias tienen una tendencia global que abarca a todas las universidades de casi todos los países, al momento de medir la competencia ha de tenerse en cuenta que estas no se pueden medir directamente, sino que se manifiestan en el rendimiento de una situación específica (Spencer y Spencer, 1993)

Los diseños curriculares de Matemática y Estadística propuesto por las Universidades muchas veces no consideran en su totalidad los diferentes perfiles de los egresados en las profesiones que han de ejercer, esto requiere de un sistema de evaluación variado, pues cada competencia tiene componentes muy distintos que necesitan procedimientos diversos para ser evaluados correctamente. Lo verdaderamente importante de la evaluación es la coherencia entre el propósito a evaluar y el procedimiento seleccionado para ello.

Qué y cómo se va a evaluar son preguntas fundamentales a la hora de poner en práctica este último elemento.

Objetivo General

Evaluar las competencias docentes en la Enseñanza Superior de Matemática y Estadística basado en el Argumento Interpretativo.

Objetivos Específicos:

- Identificar los factores que inciden en la elaboración del Argumento Interpretativo en la Enseñanza Superior de Matemática y Estadística.

- Validar la implementación del Argumento Interpretativo como mecanismo de éxito en la Enseñanza de Matemática y Estadística.
- Establecer límites al uso del Argumento Interpretativo como mecanismo para desarrollar competencias en Matemática y Estadística.

MARCO TEÓRICO

A. Componentes de la Educación por Competencias

En términos generales, las **competencias**, en el ámbito universitario, se definen como un conjunto de actitudes, habilidades y conocimientos que se expresan mediante desempeños relevantes para dar solución a los problemas cotidianos, así como para generar necesidades de cambio y de transformación. Implican un saber conocer, saber hacer, saber convivir y saber ser; sujeto a contingencias que pueden ser transferidas con creatividad a cualquier contexto social, laboral o productivo.

Aunque no existe una definición generalmente aceptada de competencia, todas las definiciones o trabajos sobre “*competencia*” procuran darle un marco teórico que se circunscribe a varias palabras claves (Roelof y Sanders, 2007):

- “aptitudes integradas para la acción
- que están formadas por grupos de estructuras de conocimiento,
- aptitudes cognitivas, interactivas, emocionales y, en caso necesario, psicomotrices,
- actitudes y valores que son necesarios para:
- realizar tareas,
- solucionar problemas,
- y, en sentido más amplio, la habilidad para actuar en:
- una profesión,
- una organización,
- un puesto
- o una función concreta “.

B. Sobre la evaluación por competencias

El concepto de competencia debe ajustarse a la realidad de cada sociedad y a la pertinencia de cada organización. Por ende, la evaluación por competencia es una garantía de la calidad de la enseñanza (Verloop, 1999). Evaluar por competencias significa, en consecuencia, saber qué se desea evaluar; en segundo lugar, definir explícitamente cómo se va evaluar y, en tercer lugar, concretar el nivel de logro de la evaluación.

De acuerdo con Kane (1992) la evaluación de la competencia se realiza a partir de una línea base de la interpretación llamada *argumento interpretativo*. Y la validez de este argumento dependerá de las inferencias o supuestos en el argumento interpretativo. Este proceso se puede mejorar o adecuar de acuerdo a la pertinencia y acciones de cada grupo al momento de aplicar los test.

Consideramos que la definición de competencia planteada por Kane (1992) “*Grado de utilización de los conocimientos, las habilidades y el buen juicio asociados a la profesión, en todas las situaciones que se pueden confrontar en el ejercicio de la práctica profesional*” nos permitirá evaluar las competencias en base a cada situación a partir del argumento interpretativo. Esto no se debe confundir con lo que conocemos como aplicaciones prácticas de la Matemática o de la Estadística porque en este último se consideran algunos contenidos en los ejercicios que son ajenos a la profesión.

Por ello una interpretación sistemáticamente bien definida se convierte en evidencia para construir el argumento.

Las características del argumento interpretativo según Kane (1992):

- La interpretación es un artefacto que puede ser ajustado o adaptado por el observador a cada grupo.
- Es estructurado en función de una valoración algebraica o lógica, y no necesariamente a una respuesta sí o no.
- Es dinámica, porque esta evoluciona de acuerdo a las características de la población.

- Requiere ajustarse a necesidades específicas. En un sistema general funciona bien, pero a necesidades específicas se adapta sin problemas.
- Es abierta, no está jerarquizado por un esquema de trabajo. Este se adapta a diferentes materias, metodologías de enseñanzas.

Para Kane (1992), **la Validez** es el componente primordial para reconocer las evidencias del argumento interpretativo. Cuando se presenta la falta de guías para la validez de la evidencia, Kane (1992) sostiene que debe reconstruirse la evidencia a partir de múltiples líneas, aunque en la práctica la validez puede seguir siendo limitada al rigor matemático. Este sistema es fácil de aplicar su validación, pues según Kane (1992) se hace en los siguientes pasos:

1. Establecer el estado del argumento interpretativo, lo más claro y detallado posible.
2. Evaluar la verosimilitud entre el argumento interpretativo con el examen del juicio de las inferencias y supuestos.
3. Realizar algún cambio que sugiera la evidencia.
4. Identificar posibles debilidades en el argumento.
5. Conducir estudios empíricos para revisar los más problemáticos supuestos, identificados anteriormente.
6. Evaluar nuevos argumentos resultados de los procesos anteriores.

La validez del argumento se realiza por métodos paramétricos a partir de los test aplicados. Kane (1992) plantea que esto se puede realizar mediante las pruebas formativas como mecanismo para desarrollar el argumento interpretativo y las pruebas sumativas como respuesta empírica del argumento interpretativo.

C. Tipos de Competencias desarrolladas.

Las competencias que se abordan son: **básicas, genéricas y específicas.**

Competencias básicas: son las cualidades que los alumnos desarrollan independientemente del programa académico. Son el conjunto de habilidades cognitivas que se logran en el desarrollo educativo de una persona, las cuales son indispensables para

un correcto desenvolvimiento personal y social. Se muestra en: la, solución de problemas, el trabajo en equipo, el liderazgo, el emprendimiento y la comunicación.

Competencias genéricas: se refieren al conjunto de conocimientos, valores y habilidades que están relacionadas entre sí, ya que, en combinación, permiten el desempeño satisfactorio de la persona que aspira a alcanzar metas superiores a las básicas. Estas competencias se pueden desarrollar en el aprendizaje cotidiano.

Competencias específicas: son exclusivas de cada asignatura, Se adquieren con la transmisión y asimilación de contenidos relativos a las áreas básicas del saber humanístico. Estas competencias resultan necesarias para dominar un conocimiento para después aplicarlo en su desenvolvimiento laboral. En síntesis, mostramos en el siguiente cuadro los tres tipos de competencias.

Cuadro 1: Tipos de competencias

BÁSICAS	GENÉRICAS	ESPECÍFICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo • Desarrollo de injerencias • Liderazgo • Comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Valores • Actitudes • Pensamiento crítico 	<ul style="list-style-type: none"> • Domina un conocimiento • Promueve el desenvolvimiento laboral

MATERIALES Y MÉTODOS

El **material** utilizado se basa primordialmente en el análisis de **artículos** relacionados con el tema de competencias docentes, argumento interpretativo, **informes técnicos, encuestas y pruebas formativas y sumativas** aplicadas a los estudiantes. También se utilizaron **los programas vigentes de las asignaturas** de Matemática y Estadística y se analizaron los **planes de estudio de las carreras** correspondientes.

La **metodología** empleada es de tipo cualitativa, descriptiva y crítica, por lo que se desarrollaron tres fases: de diseño, de validación y de análisis.

Se utilizó un método de enseñanza que buscara desarrollar Competencias en Matemáticas y Estadísticas a nivel superior entre estudiantes y que deben ser gestionadas por el docente, utilizando el **argumento interpretativo** para evaluar dichas competencias.

Debido a su flexibilidad consideramos que este método es el más viable a implementar ya que no requiere de muchos recursos económicos y se ajusta a sistemas de enseñanza superior en instituciones públicas, que como mencionamos anteriormente, se les asigna presupuestos limitados. Sin embargo, el método requiere de más dedicación a la investigación por parte del docente porque trasciende a otras disciplinas (Informática, Hidrodinámica, Geomarketing) que están relacionadas con la profesión del estudiante.

Conformación de los grupos

Los grupos de estudiantes con que se trabajó fueron cinco, tres grupos de la Universidad de Panamá atendidos por un solo profesor y dos grupos de la Universidad Tecnológica de Panamá, atendidos por otro profesor. El grupo 1 (G1) estuvo conformado por estudiantes quienes cursaban el segundo semestre de la carrera de Licenciatura en Ingeniería en Informática. El segundo grupo (G2) lo conformaron estudiantes quienes también cursaban el segundo semestre de la carrera de Licenciatura en Ingeniería en Informática.

El tercer grupo (G3) lo conformaron estudiantes quienes cursaban el cuarto semestre de la carrera de Licenciatura en Física. Los grupos 4 y 5 (G4) y (G5) corresponden a estudiantes del primer cuatrimestre de la Maestría en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Tecnológica de Panamá.

Cuadro 2: Grupos de trabajo

Grupo	Fecha	Asignatura	Nivel	Cantidad de Estudiantes	Universidad
G1	2014	Álgebra Lineal	Licenciatura	11	U P
G2	2015	Cálculo II	Licenciatura	16	U P
G3	2016	Métodos Matemáticos I	Licenciatura	2	U P

G4	2014	Geoestadística Aplicada	Postgrado	6	UTP
G5	2015	Geoestadística Aplicada	Postgrado	8	UTP

Desarrollo de los tests

En los grupos de Licenciatura se aplicó una prueba **diagnóstica** al inicio del semestre para determinar el nivel de cumplimiento de los prerrequisitos de las asignaturas, se realizaron evaluaciones **formativas** durante el semestre como pruebas cortas, tareas, talleres en clase para evaluar los contenidos del programa vigente, tres evaluaciones **sumativas** conformadas por dos pruebas parciales y la prueba semestral.

En los grupos de Postgrado se aplicó una prueba parcial y la prueba semestral. Previa aceptación de los estudiantes, se asignaron proyectos aplicando el argumento interpretativo con varias semanas de anticipación a la fecha de la prueba.

Proyectos asignados para evaluar a los estudiantes utilizando el argumento interpretativo:

GRUPO 1 (G1). A cada uno o dos estudiantes de este grupo se le asignó un proyecto de examen semestral para elaborar UNO de los seis programas de computadora para:

- 1- Calcular la traspuesta de una matriz 10×10 .
- 2- Calcular el determinante de una matriz 5×5 .
- 3- Resolver un sistema de ecuaciones lineales homogéneas de orden $n \times n$.
- 4- Resolver un sistema de ecuaciones lineales no homogéneas de orden 2×2 .
- 5- Encontrar la inversa de una matriz 3×3 y resolver el sistema de ecuaciones no homogéneas.
- 6- Determinar si dos vectores del espacio \mathbb{R}^3 son linealmente independientes o linealmente dependientes.

GRUPO 2 (G2). A cada estudiante de este grupo se le asignó el siguiente proyecto de prueba parcial.

Se tiene un brazo de robótico bidimensional cuyo hombro está fijo en el origen y sigue el rastro de su posición por medio de un ángulo del hombro θ y un ángulo del codo ϕ (como se ilustra en la figura 1). Tanto el ángulo θ como el ángulo ϕ se miden en el sentido contrario de las manecillas del reloj. El ángulo θ se mide desde el eje x y el ángulo ϕ se mide desde el brazo superior hasta el brazo inferior, los cuales tienen una longitud L y l respectivamente. Calcular el error máximo aproximado en la coordenada x de la ubicación de la mano para cada una de las posiciones posibles.

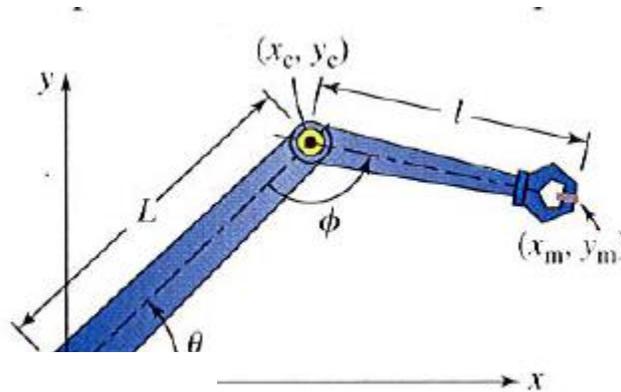


Figura 1: Brazo Robótico del proyecto del Grupo 2 Fuente: La figura es una reproducción de la figura 13.4.8 del libro de CÁLCULO Trascendentes tempranas

GRUPO 3 (G3). A cada estudiante de este grupo se le asignó 3 problemas diferentes que representaría el examen semestral y que consistió en lo siguiente. Dado el potencial complejo de la corriente, las líneas equipotenciales y las líneas de corriente.

Construir:

- la velocidad de la corriente \mathbf{V}
- los puntos singulares y críticos
- la potencia y la intensidad de los manantiales-torbellinos
- los momentos de los dobletes
- estudiar el comportamiento de la corriente en el ∞ .

GRUPO 4 y 5 (G4) y (G5). A cada estudiante este grupo se le asignó el proyecto de prueba parcial siguiente

Aplicar conceptos y Técnicas Geoestadísticas al área de Geomarketing y Análisis

Demográfico.

También se le asignó el proyecto de examen semestral siguiente

Desarrollar una investigación publicable donde se apliquen Técnicas Geoestadísticas en las áreas de Geomarketing, Recursos Naturales y Demografía.

Cuadro 3. Contenidos de las asignaturas

ASIGNATURAS	C O N T E N I D O S	
	PROGRAMÁTICO	ARGUMENTO INTERPRETATIVO
Álgebra Lineal	Espacios Vectoriales	Programación en Lenguaje de Computadora
Cálculo II	Diferenciales de Funciones de Varias Variables	Robótica (Medidas en Brazo Mecánico)
Métodos Matemáticos I	Números Complejos	Hidrodinámica
Geoestadística Aplicada	Medidas de Tendencia Central	Geomarketing

En la base de la competencia está el tipo de conocimiento que nos conduce a la experiencia del aprendizaje. Hemos escogido los temas que aparecen en la última columna del cuadro 3 por considerar que se ajustan al argumento interpretativo y están asociados a la profesión de los estudiantes.

RESULTADOS

Por parte de los estudiantes se logró:

- La aprobación de más de 70% en las asignaturas a nivel de Licenciatura y de 100% a nivel de postgrado.
- La toma de conciencia en su proceso de aprendizaje, el estudiante fue capaz de explicar el argumento interpretativo utilizando los contenidos programáticos.
- Estimular el pensamiento crítico ya que se crearon grupos de discusión e investigación entre ellos.
- Incrementar su motivación a seguir aprendiendo, en especial los grupos de nivel de Licenciatura, porque vieron la aplicación del contenido programático en sus futuras profesiones.

Sin embargo, también se detectó

- El poco dominio de los prerrequisitos que exigen los programas de las asignaturas en los grupos de primer ingreso específicamente en temas de secundaria.
- La poca o nada cultura para la lectura que tienen los estudiantes de primer ingreso.

Por parte de los docentes se logró:

- Realizar una autoevaluación de Competencias Docentes.
- Fomentar la investigación interdisciplinaria.
- Romper la barrera cultural de la enseñanza de la Matemática y Estadística.
- Validar las competencias docentes a través de las pruebas aplicadas.
- Establecer límites al uso del argumento interpretativo ya que no todo el contenido programático se logró incluir en las pruebas.

CONCLUSIÓN

La implementación del argumento interpretativo garantizó el éxito del aprendizaje de los grupos de trabajo, ya que se pasó de una evaluación del aprendizaje a una evaluación

para el aprendizaje. Una validación correcta de los test motivó que los rendimientos obtenidos por los estudiantes coincidan con las exigencias académicas de los programas y la inserción de estos a sus ambientes profesionales.

Tal como se propuso en el planteamiento del problema, la metodología utilizada cumplió con dos tareas fundamentales de la Educación; evaluar las competencias de los docentes mediante evaluaciones justas y válidas a los estudiantes.

RECOMENDACIONES

- ✓ Coordinar con profesores que dictan asignaturas de la especialidad de las carreras para implementar el uso del argumento interpretativo en las evaluaciones a los estudiantes.
- ✓ Incorporar otros métodos didácticos no tradicionales para la enseñanza de la Matemática y Estadística con el fin de disminuir el alto índice de fracasos.
- ✓ Involucrar a las autoridades para que apoyen los proyectos cuyo objetivo es mejorar la enseñanza de las Ciencias.
- ✓ Ofrecer seminarios con temas interdisciplinarios a los docentes para ampliar el marco teórico al dictas sus clases.
- ✓ Formar grupos hasta de 30 estudiantes.

EVALUATION OF DIDACTICAL COMPETENCIES IN THE TEACHING OF MATHEMATICS AND STATISTICS AT HIGHER LEVEL, BASED ON MICHAEL T. KANE'S INTERPRETIVE ARGUMENT

SUMMARY

The high rate of failure in Mathematics and Statistics motivated us to present a teaching method based on the future professions that students will have to perform. This is what the interpretive argument is about. The working groups were represented by three groups at the Bachelor's level and two at the graduate level. The study was divided into three

phases: Design, Validation and Analysis. Finally, two competency evaluations were carried out: the self-evaluation of teaching competences and the evaluation of student competences whose results were favorable in both groups.

KEYWORDS: Assessment by Competence, Interpretive Argument, Didactics of Mathematics, Didactics of Statistics, Higher Education.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTIMUÑO, A. (2005). *Las competencias en la educación superior: ¿demonio u oportunidad?* Departamento de Educación, Universidad Católica del Uruguay.

BARNETT, R. (2001). *Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad*. Ed. Gedisa. Barcelona, España.

BUNKE, G.P. (1994). *La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales de la RFA* (Asociación de Estudios sobre el Trabajo y la Organización de Empresas). Revista Europea de Formación Profesional, 1: 8-14.

GROSSMAN, S. y FLORES, J. (2012). *Álgebra Lineal*. McGraw-Hill. México.

KANE, M.T. (1992). *An argument-based Approach to Validation*. Psychological Bulletin, 112 (3): 527-535.

MARTÍNEZ, A., CEGARRA, J. y RUBIO, J. (2012). *Aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para la autoevaluación del docente*. Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado. 16 (2): 373-386.

POBLETE, M. (2003). *La enseñanza basada en competencias. Competencias generales*. Seminario Internacional. Orientaciones pedagógicas para la convergencia europea de Educación Superior. Universidad de Deusto. Bilbao, España.

ROELOF, E. y SANDERS, P. (2007). *Hacia el marco de evaluar la competencia de los profesores*, Revista Europea de Formación Profesional, 7: 135-156.

SPENCER, L.M. y SPENCER, S.M. (1993). *Competence at work: models for superior performance*. New York: Wiley.

UNESCO (1998). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*. Paris.

VILLA, A. y POBLETE, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias*. Ediciones Mensajero. Bilbao, España.

ZILL, D. y WRIGHT, W. (2011). *Cálculo. Trascendentes tempranas*. México: McGraw-Hill.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos los estudiantes que participaron en esta investigación, en especial a los estudiantes de los tres grupos de Licenciatura ya que consideramos que realizaron un esfuerzo adicional al requerido por los programas curriculares. Estos estudiantes realizaron una labor investigativa excepcional para desarrollar los proyectos asignados.