

## El desempeño del docente en el proceso de desarrollo de habilidades de trabajo con algoritmos en la disciplina Álgebra Lineal

*Teachers' performance and the process of developing skills to work with algorithms in Linear Algebra*

**Dr. C. Ivonne Burguet Lago**

[iburguet@uci.cu](mailto:iburguet@uci.cu)

**Lic. Anelys Vargas Ricardo**

[anelys@uci.cu](mailto:anelys@uci.cu)

*Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba*

Las autoras son profesoras de la Universidad de las Ciencias Informáticas. **Burguet Lago** ostenta los títulos de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Máster en Ciencias Matemáticas y Licenciada en Educación Especialidad Matemática. Se desempeña como Profesora Titular, y tiene 23 años de experiencia como docente. **Vargas Ricardo** es Licenciada en Radioquímica. Miembro del Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME) y del Comité Internacional de la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELIME). Se desempeña como Profesora Auxiliar y jefa del colectivo de Álgebra Lineal. Tiene 15 años de experiencia como docente.

### RESUMEN

El artículo describe la propuesta de una prueba de desempeño pedagógico profesional que permite evaluar la actividad del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la asignatura de Álgebra Lineal. Su objetivo radica en diseñar una prueba de desempeño pedagógico profesional que permita la evaluación del docente en el desarrollo de la habilidad. Se considera este instrumento como uno de los resultados del proceso de producción intelectual de la teoría cubana de Educación Avanzada, el cual se emplea con mucha sistematicidad. Los resultados incluyen el diseño de la referida prueba y una ilustración de su aplicación a una muestra de 22 docentes del colectivo de Álgebra Lineal, en el primer semestre del curso escolar 2017-2018, de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

**Palabras clave:** Matemática educativa, álgebra lineal, habilidades básicas, prueba de desempeño.

### ABSTRACT

The paper describes a proposal of professional pedagogical performance tests to assess teachers' role in the process of developing the skill of working with algorithms in Linear Algebra. It aims at devising a testing tool to assess teachers' performance in the skill-developing process. This tool is a finding of Cuba theory of Advanced Education,

systematically used in recent years. The findings include the test design and the illustration of its use in a sample of 22 Linear Algebra teachers during the first term of the 2017-2018 academic year at Informatics Sciences Engineering major.

**Keywords:** Mathematics instruction, algebra, basic skills, performance tests.

En la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, la Matemática forma parte de las disciplinas básicas, por lo que el Álgebra lineal constituye una asignatura de igual naturaleza en la formación del profesional. La misma se imparte a los estudiantes del primer año de la carrera, los cuales se concentran en la Facultad Introductoria de Ciencias Informáticas. Mediante indagaciones empíricas, se pudo evidenciar que el sistema de conocimientos del Álgebra Lineal necesario para la formación del ingeniero de este perfil, resulta denso desde la perspectiva de los docentes que la imparten por primera o segunda vez y desde la perspectiva de los estudiantes que reciben dichos conocimientos. El análisis del programa analítico de la asignatura permitió reconocer una adecuada articulación de los conocimientos entre sus temas y la declaración del desarrollo de habilidades para el trabajo con algoritmos.

El proceso de desarrollo de habilidades para el trabajo con algoritmos es fundamental para la resolución de problemas matemáticos y con el auge de la informática, su importancia se ha ido acrecentando. En la didáctica cubana Delgado (1998) define la habilidad algoritmizar como el planteamiento de "una sucesión estricta de operaciones matemáticas que describa un procedimiento conducente a la solución de un problema; con una doble significación: cognoscitiva y metodológica. Cognoscitiva porque el establecimiento de habilidades para el trabajo con algoritmos constituye el soporte matemático que expresa la secuencia lógica y estricta de la dinámica del modelo y metodológica porque la sucesión de operaciones planteadas en el trabajo con algoritmos puede servir como base para la realización de la acción, tarea o problema que exige el modelo para su resolución" (Delgado, 2001).

Bagley y Rabin, han estudiado las habilidades adquiridas por los estudiantes en los cursos de Álgebra Lineal y han identificado que, para tener éxito al transitar por esta materia, los estudiantes tienen que ser capaces de usar y combinar tres modos de pensamiento: pensamiento abstracto, pensamiento computacional y pensamiento geométrico. El pensamiento abstracto es referido al trabajo con los vectores como elementos de un espacio vectorial, el pensamiento computacional referido al traba con algoritmos particulares que incluyen no solamente al cálculo, sino la elección de la estrategia adecuada para resolver el problema e interpretar sus resultados y el pensamiento geométrico referido a los elementos de los espacios vectoriales y otros conceptos relacionados con los elementos de estos espacios vectoriales entre los que se encuentran rectas y planos (2013, págs. 411-412).

La habilidad para el trabajo con algoritmos, en la enseñanza se emplea como herramienta de análisis y representación que se aplica en varios campos debido a que brinda la posibilidad de representar

estructuras complejas de forma sintética y relaciones entre objetos abstractos que requieran de la toma de decisiones (Orantes, 1996).

El desarrollo de habilidades para el trabajo con algoritmos debe ser valorado desde las perspectivas del estudiante, del grupo y del docente, como componentes no personales del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal. El análisis de la tabulación de los errores de las respuestas a las preguntas de los exámenes constituye un instrumento que permite conocer el desarrollo de dichas habilidades para el trabajo con algoritmos en los estudiantes y a nivel del grupo. De ahí que se infiera el desempeño del docente en el proceso de desarrollo de habilidades para el trabajo con algoritmos en la enseñanza del Álgebra Lineal. Esta situación conlleva a preguntarse ¿Cómo evaluar el desempeño del docente en el proceso de desarrollo de habilidades para el trabajo con algoritmos en la enseñanza del Álgebra Lineal? interrogante que permitió a las autoras reflexionar sobre la aplicación de indagaciones empíricas para evaluar el desarrollo de dicha habilidad en los docentes.

A partir de ahí se consultó la producción intelectual de la teoría cubana de Educación Avanzada, la cual se propuso, entre sus múltiples tareas, la identificación de nuevos recursos, procedimientos e instrumentos para la indagación y valoración de los procesos que suceden en el contexto educativo. Entre ellos se encuentra la prueba de desempeño pedagógico profesional, instrumento empleado por primera vez en la evaluación del desempeño de los egresados de la Maestría Educación Avanzada.

Para la Educación Avanzada el desempeño, es el proceso y la expresión de cómo se realiza el trabajo, involucra actitudes, saberes y formas de relación que influyen en la calidad total de la tarea, en tal sentido se debe tener en cuenta que incluye la idoneidad, la actuación real, la conducta laboral, los modos de actuación y en el caso particular del desempeño pedagógico la actividad pedagógica profesional (Añorga, 1998). En la práctica de la evaluación del desempeño se debe reconocer, que la acciones corresponden al saber, al saber hacer y transformar y al saber ser en la cotidianidad del contexto en el cual se desempeña y no únicamente en el cumplimiento de unas obligaciones pactadas en relación con la profesión y el cargo que asume, por tanto, la categoría desempeño, de cualquier tipo que sea, es un proceso y un resultado. Estas acciones tienen, además, un carácter consciente, individual y creador, como resultado de ser un proceso pedagógico, que desarrollan los hombres y desarrolla a los hombres, en el escenario habitual donde realizan sus labores, enmarcado en un sistema de relaciones, normas y procedimientos que deben cumplirse, para un resultado satisfactorio (Añorga, 2014).

El propósito del presente artículo radica en diseñar una prueba de desempeño pedagógico profesional que permita la evaluación del docente en el desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la asignatura de Álgebra lineal.

## **Métodos**

Para fundamentar las posibilidades de aplicar en este estudio la prueba de desempeño pedagógico profesional se emplearon métodos teóricos como el histórico-lógico que permitió conocer el origen, desarrollo y finalidad de este instrumento y el análisis documental que posibilitó el estudio de documentos relacionados con las conceptualizaciones, los beneficios y el procedimiento algorítmico para la aplicación de dicha prueba en una investigación científica. Y como métodos estadísticos el cálculo porcentual y las medidas de tendencia central. El empleo del paquete estadístico "Statistical product and service solutions" (SPSS Statistics) versión 22 de 2011 facilitó el procesamiento estadístico de los datos.

La determinación del valor de la variable es la medición, entendida en su carácter general como aquella comparación con un modelo ideal o esperado, en el cual no se presupone nada sobre la naturaleza de la variable utilizada; es decir, hablamos de medición tanto si se trata de una variable numérica como si se trata de una variable categórica. (Añorga, Valcárcel, Ché, 2008). En este estudio se controla una única variable: el desempeño del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la enseñanza del Álgebra Lineal.

El indicador (del latín indicio) es lo que sirve para indicar. En el contexto de la investigación educativa se utiliza para referirse a una variable que indica el valor de otra. Se da por supuesto que los valores de la variable utilizada como indicador se determinan de una forma más directa y evidente que los de la otra variable. Los indicadores deben ser medibles, que revelen cierto grado de precisión de lo que se valora. Los términos que se deben emplear en tal sentido pueden estar asociados con las palabras como: cantidad, frecuencia, número, grado, nivel, estado, entre otros, que posibilitan luego su transformación a preguntas o criterios de observación, dentro de las indagaciones que se pretendan ejecutar, acercarnos a un juicio más objetivo y fidedigno (Añorga, Valcárcel, Ché, 2008).

Para asegurar el menor grado de subjetividad en este estudio la prueba fue aplicada por un evaluador único (la profesora principal de la disciplina) y sin que los profesores de la muestra conocieran que eran objeto de evaluación. Esta muestra estuvo formada por los 22 docentes que formaron parte del colectivo de esta asignatura en el primer semestre del curso 2017-2018, en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas. Por lo cual la muestra fue seleccionada de manera intencional asumiendo el criterio que consiste en escoger los integrantes de la muestra de acuerdo a determinadas necesidades del investigador (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

## **Resultados**

La prueba de desempeño pedagógico profesional es considerada desde su origen como un instrumento de evaluación del desempeño. Puede ser aplicada en más de una ocasión en busca de fiabilidad y justeza o como pre-prueba y post-prueba para la valoración de la mejora en el desempeño pedagógico profesional después de acciones interventivas, tal y como fue empleada en una investigación anterior de la autora principal (Burguet, 2015).

Como ya fue apuntado el objetivo de este estudio es el diseñar de una prueba de desempeño pedagógico profesional para evaluar el desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la asignatura de Álgebra lineal. Los procedimientos algorítmicos son empleados para obtener la solución de ejercicios y problemas matemáticos, estos se consideran un eslabón dentro de la actividad mental del estudiante. Donde se adiestra al estudiante para que realice acciones que le permitan desarrollar la habilidad del trabajo con algoritmos como procedimiento general de resolución de un problema o parte del mismo en estrecha relación con los conceptos y condiciones asociados a este.

La prueba diseñada tomó en cuenta el diseño indicadores relacionados con el saber, con la elaboración del procedimiento algorítmico (saber hacer o transformar) y con su utilización. Los indicadores relacionados con el saber son: 1) El nivel de precisión de los conceptos geométricos a relacionar, 2) El nivel de determinación de las características del procedimiento; los indicadores relacionados con la elaboración del procedimiento algorítmico miden la frecuencia con que 1) crea algoritmos, 2) adapta algoritmos, selecciona algoritmos conocidos y 4) diseña un sistema de tareas docentes que promueva en los estudiantes el procedimiento algorítmico de los conocimientos del Álgebra lineal. Finalmente, los indicadores relacionados con la utilización miden 1) el grado en que promueve el aprendizaje de los estudiantes mediante la investigación, el grado en que promueve la interdisciplinaridad (a fin de que el estudiante perciba que se puede construir el conocimiento en la interacción de las asignaturas), 3) el grado de ética en el trabajo con algoritmos conocidos, 4 el grado de socialización de algoritmos creados, adaptados o conocidos, y 5) el grado de confianza a los estudiantes para que creen, adapten o seleccionen algoritmos.

El instrumento se diseñó de manera que no solo se obtiene un resultado final del desempeño pedagógico profesional del docente, sino que permite, si el investigador lo desea, prestarle atención a cada una de las mediciones por separado. La escala valorativa empleada y recomendada toma como criterio de decisión la cantidad de indicadores definidos para el instrumento, o sea la máxima puntuación coincide con el producto de la cantidad de indicadores por el máximo valor propuesto en la escala valorativa. En la prueba de desempeño pedagógico profesional que se propone en este artículo, son once indicadores en total y 8 representa el mayor valor asignado a la escala valorativa propuesta que en este caso se corresponde con bastante adecuado.

En las tablas siguientes se ilustra el aspecto gráfico del instrumento y se muestran los datos resultantes de su aplicación a la muestra referida en la sesión métodos (22 docentes).

**Tabla 1: Presentación del instrumento**

<b>Prueba de desempeño pedagógico profesional</b>	
Objetivo: evaluar el desempeño del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la enseñanza del Álgebra Lineal.	
Nombre y apellido del evaluado:	
Nombre y apellido del evaluador:	
Responsabilidad del evaluador:	

**Tabla 2: Escala valorativa para la prueba de desempeño pedagógico profesional**

8	6	4	2	0
Bastante Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Inadecuado

**Tabla 3: Dimensiones e indicadores para evaluar el desempeño pedagógico profesional**

<b>Dimensión 1: diseño de un procedimiento algorítmico</b>		<b>Escala valorativa</b>				
		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
1.1	Nivel de precisión de los conceptos geométricos a relacionar					
1.2	Nivel de determinación de las características del procedimiento					
<b>Total de puntos que se obtienen en la dimensión</b>						
<b>Dimensión 2: elaboración de un procedimiento algorítmico</b>		<b>Escala valorativa</b>				
		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
2.1	Frecuencia con que crea algoritmos					
2.2	Frecuencia con que adapta algoritmos					
2.3	Frecuencia con que selecciona algoritmos conocidos					
2.4	Frecuencia con que diseña un sistema de tareas docentes que promueva el procedimiento algorítmico de los conocimientos del Álgebra lineal					
<b>Total de puntos que se obtienen en la dimensión</b>						
<b>Dimensión 3: utilización de un procedimiento algorítmico</b>		<b>Escala valorativa</b>				
		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
3.1	Grado en que promueve el aprendizaje de los estudiantes mediante la investigación					
3.2	Grado en que promueve la interdisciplinariedad a fin de que el estudiante perciba que se puede construir el conocimiento en la interacción de las asignaturas					
3.3	Grado de ética en el trabajo con algoritmos conocidos					
3.4	Grado de socialización de algoritmos creados, adaptados o conocidos					
3.5	Grado de confianza a los estudiantes para que creen, adapten o seleccionen algoritmos					
<b>Total de puntos que se obtienen en la dimensión</b>						
<b>Total de puntos que se obtienen en el desempeño pedagógico profesional</b>						

Tabla 4: Criterios de decisión

Intervalos de puntuación	Intervalos de porcentos	Desempeño pedagógico profesional
80- 88	90% al 100%	Bastante adecuado
70-79	79% al 89%	Adecuado
60-69	68% al 78%	Medianamente adecuado
53-59	60% al 67%	Poco adecuado
≤ 52	≤ 59%	Inadecuado

Esta aplicación experimental de la prueba permitió obtener una primera aproximación a la evaluación del desempeño del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la enseñanza del Algebra Lineal en el primer semestre del curso escolar 2017-2018.

El resultado que se obtuvo de cada uno de los 22 docentes con la aplicación de la prueba de desempeño pedagógico profesional se muestra en la tabla 5. Se constató que la frecuencia más elevada en la mayoría de los indicadores se corresponde con la categoría de medianamente adecuado. La mediana también en la mayoría de los indicadores tiende hacia la categoría adecuado. Sin embargo, ningún indicador obtuvo la categoría de bastante adecuado. El indicador con mayor dificultad se corresponde con el que refiere la frecuencia con que el docente crea los algoritmos.

Tabla 5: Resultados del desempeño pedagógico profesional del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad del trabajo con algoritmos en la enseñanza del álgebra lineal

Indicadores	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
N	Válido	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana	6,0000	6,0000	2,0000	4,0000	4,0000	4,0000	6,0000	4,0000	6,0000	6,0000	6,0000
Moda	8,00	6,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	6,00	6,00

En la tabla 6 se muestran los resultados del desempeño pedagógico profesional de los docentes, Nótese que un alto por ciento de los docentes resulto ubicado entre las categorías poco adecuado e inadecuado.

Tabla 6: Resultados del desempeño del docente en el proceso de desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la enseñanza del Álgebra Lineal

Desempeño pedagógico profesional				
Bastante adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Inadecuado
0%	23,8%	33,3%	33,3%	14,3%

Al finalizar el semestre se comparó el resultado de cada uno de los grupos de alumnos con los resultados individuales alcanzados en la prueba de desempeño pedagógico profesional de sus respectivos docentes.

Se constató que los grupos de mejores resultados académicos se corresponden con aquellos que son atendidos por docentes cuyo desempeño resultó evaluado de adecuado y medianamente adecuado.

El análisis de estos resultados permitió a las autoras rediseñar el plan de trabajo metodológico de la asignatura de Álgebra lineal, con vistas al próximo curso escolar contribuir, en un corto y mediano plazo, al desarrollo de la habilidad de trabajo con algoritmos en la enseñanza del Álgebra Lineal.

## Conclusiones

La prueba de desempeño pedagógica profesional propuesta sirvió para realizar indagaciones empíricas, sobre el desempeño de los docentes del colectivo de la asignatura de Álgebra lineal de la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas, en el primer semestre del curso 2017-2018 y permite la toma de decisiones científicamente fundamentadas en la dirección de la disciplina.

La propuesta puede ser adaptada a la creación y contexto de cada investigador, manteniendo la esencia y características del instrumento.

**Recibido: febrero 2018**

**Aprobado: abril 2018**

## Bibliografía

Añorga, J. A. (1998). *Educación Avanzada*. Madrid: Octaedro.

Añorga, J. A. (2014). La Educación Avanzada teoría pedagógica para el mejoramiento profesional y humano de los recursos laborales y de la comunidad. *Varona*, 19-31. Retrieved diciembre 20, 2017, from <http://www.redalyc.org/pdf/3606/360634165003.pdf>

Añorga, J. A., Valcárcel, N., & Ché, J. (2008). La parametrización en las investigaciones educativas. *Varona*(47), 25-32. Retrieved diciembre 20, 2017, from <http://www.redalyc.org/pdf/3606/360635567005.pdf>



- Bagley, S., & Rabin, J. (2013). Computational Thinking in Linear Algebra. In K. H. G. K. S. Brown (Ed.), *Proceedings of the 16th Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education. II*, pp. 410-413. Denver, Colorado: The Special Interest Group of the Mathematics Association of America (SIGMAA) for Research in Undergraduate Mathematics Education. Retrieved diciembre 20, 2017, from <http://www.sigmaa.maa.org/rume/RUME16Volume2.pdf>
- Burguet, I. (2015). *Estrategia de superación centrada en la consultoría para el desarrollo de la competencia pedagógica del docente. Tesis doctoral inédita*. La Habana: Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona".
- Delgado, J. (2001). Los procedimientos generales matemáticos. In H. Hernández, *Cuestiones de Didáctica de la Matemática. Conceptos y procedimientos en la educación Polimodal y Superior* (pp. 69-87). Rosario, Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill/ Intearamericana Editores.
- Orantes, A. (1996). Al rescate de los algoritmos para la enseñanza de las ciencias. Una herramienta para analizar y representar conocimientos condicionales. In S. Castañeda (Ed.), *Evaluación y fomento del desarrollo intelectual en la enseñanza de las ciencias, artes y técnicas* (pp. 299-332). México: UNAM.