



Revista EDUCATECONCIENCIA.

Volumen 7, No. 8.

ISSN: 2007-6347

Julio - Septiembre 2015

Tepic, Nayarit. México

Pp. 82 - 95

DOI:<https://doi.org/10.58299/edu.v7i8.350>

Recibido: 30 de julio de 2015

Publicado: 30 de septiembre de 2015

## La Enseñanza del Álgebra Lineal en el Nivel Superior

### The Teaching Linear Algebra at Higher Level

#### **Autores:**

**Miguel Angel López Santana**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[miguelal20002000@hotmail.com](mailto:miguelal20002000@hotmail.com)

**Ana Luisa Estrada Esquivel**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[ana\\_luisa\\_684@hotmail.com](mailto:ana_luisa_684@hotmail.com)

**Marcial Heriberto Arroyo Avena**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[marcial@uan.edu.mx](mailto:marcial@uan.edu.mx)

**Oscar Ariel Parra Ortíz**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[arielariel54@gmail.com](mailto:arielariel54@gmail.com)

## La Enseñanza del Álgebra Lineal en el Nivel Superior The Teaching Linear Algebra at Higher Level

**Miguel Angel López Santana**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[miguelal20002000@hotmail.com](mailto:miguelal20002000@hotmail.com)

**Ana Luisa Estrada Esquivel**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[ana\\_luisa\\_684@hotmail.com](mailto:ana_luisa_684@hotmail.com)

**Marcial Heriberto Arroyo Avena**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[marcial@uan.edu.mx](mailto:marcial@uan.edu.mx)

**Oscar Ariel Parra Ortíz**

Universidad Autónoma de Nayarit  
Área de Ciencias Básicas e Ingenierías  
[arielariel54@gmail.com](mailto:arielariel54@gmail.com)

### Resumen

En esta investigación se presenta una revisión desde el punto de vista teórico-práctico acerca de la enseñanza del álgebra lineal mediante el esquema por competencias profesionales en el aula, en el nivel superior. El objetivo mejorar la didáctica por parte del profesor y mejorar el autoconocimiento por parte del alumno. La enseñanza del álgebra lineal mediante el modelo de la escuadra invertida es un proceso el cual se considera de gran impacto debido a que éste responde al reto de llevar a cabo una integración del proceso formativo con la sociedad y políticas, y simultáneamente con el proyecto de vida y de autorrealización personal. El modelo académico de la escuadra invertida es un proceso completo que contiene entre sus elementos a la secuencia didáctica, la cual permite iniciar con el proceso del andamiaje y culminar con la meta cognición por parte del alumno.

**Palabras Clave:** Palabras Clave: Álgebra Lineal, Formación, Estudiante, Profesores y Enseñanza-Aprendizaje.

## Abstract

In this research, a review is presented from the point of theoretical and practical views on teaching linear algebra by the scheme for skills in the classroom, on the upper level. The objective is to improve teaching by the teacher and improve self-knowledge by the student. Teaching linear algebra using the model of the inverted square is a process which is considered a great impact because it responds to the challenge of carrying out an integration of the learning process and political society, and simultaneously with the draft life and personal fulfillment. The academic model of the inverted square is a complete process which contains among its elements to the didactic sequence, which allows the process to start and end with scaffolding metacognition by students.

**Keywords:** Linear Algebra, Education, Student, Teachers and Teaching and Learning.

## Introducción

Históricamente en el área de las matemáticas el álgebra es la rama en la cual las operaciones aritméticas son generalizadas empleando números, letras y signos; esto es igual que en la aritmética y sus operaciones fundamentales. En el Álgebra lineal la operación de la división no existe, pero si existen las operaciones como la inversa, los determinantes, la transpuesta, potencias, transformaciones lineales entre otros. El origen de la palabra “álgebra” proviene de la palabra árabe (al-jabr), sus orígenes se remontan hasta la antigua Babilonia, quienes desarrollaron la aritmética a niveles impresionantes mediante el uso del álgebra, llegando a dar soluciones a problemas de la vida cotidiana. Una de esas soluciones revolucionarias por parte de los babilónicos fueron las ecuaciones lineales, mientras que los egipcios, indus, griegos y chinos solo tenían la herramienta matemática de la geometría. Es claro que a través de los tiempos el hombre ha construido modelos que le han facilitado la solución a muchas tareas, con esta herramienta ha cambiado la forma de ver la vida debido a su naturaleza lineal, es decir los problemas se pueden plantear de forma de ecuaciones lineales según *López N. (2010, p. 3)* plantea “Muchos de estos problemas tienen un carácter lineal, es decir, pueden plantearse mediante ecuaciones lineales con coeficientes en algún

campo de números y con unas cuantas variables”. Hoy en día en las universidades se debe enseñar el álgebra lineal, desde el punto de vista de las aplicaciones.

## **Justificación**

El propósito de esta investigación es conocer el nivel de aceptación del modelo de la escuadra invertida con los alumnos del Área de Ciencias Básicas e Ingenierías de la Universidad Autónoma de Nayarit, así como medir sus logros desde el punto de vista pedagógico, debido a que es evidente que las exigencias en la implementación en las universidades sobre un modelo educativo basado en el enfoque por competencias conducen al replanteamiento de las metodologías docentes que se apoyan en la didáctica tradicional. Es evidente que resulta necesaria la introducción progresiva en las instituciones universitarias de metodologías para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje basadas en el aprendizaje activo, con el fin de desarrollar nuevos modelos educativos cuyo sustento básico se oriente hacia la formación de competencias en los estudiantes. Es obvio que dichas transformaciones apuntan más hacia un cambio en el modelo educativo y no a la realización de pequeñas innovaciones introducidas por cada profesor, a partir del cual las instituciones de educación superior ya no se considerarán instituciones donde solo se ofrece una enseñanza tradicionalista. En la unidad de aprendizaje de álgebra lineal se posee un objetivo general el cual dice: *“El alumno será capaz de resolver situaciones en donde aplique sistemas de ecuaciones lineales y operaciones de tipo algébricas referentes a ingeniería mediante el uso de leyes y métodos de solución de las mismas”* (ACBI, 2003); esto nos lleva al siguiente esquema:

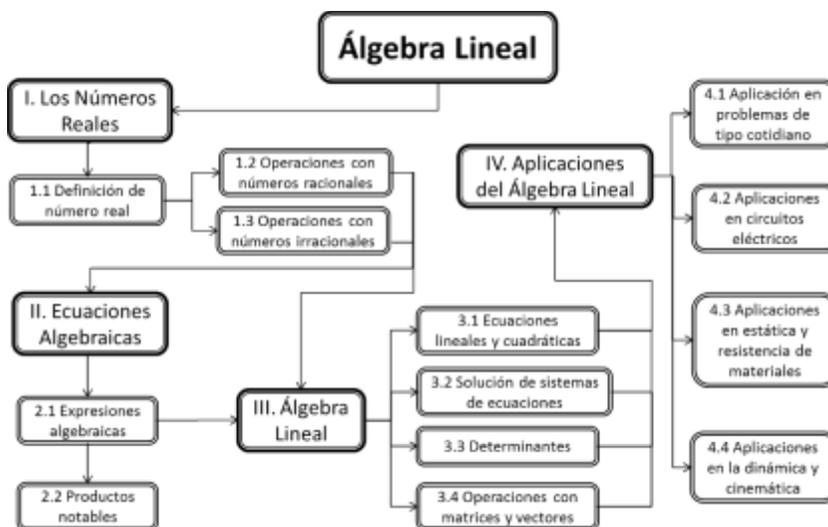


Figura 1: Esquema de la unidad de aprendizaje álgebra lineal.

### Soporte Teórico

En la planeación por la educación basada en competencias profesionales se deben tomar en cuenta los resultados que se desean alcanzar específicamente hacia un grupo de tipo social en este caso se habla de una institución de tipo educativa, en que incluyen todos los elementos y condiciones necesarias para su eficiente funcionamiento. Es necesario utilizar una taxonomía de dominios cognoscitiva adecuada a la planeación de un programa educativo por competencias profesionales, se tienen que la taxonomía de Bloom revisada por Anderson ofrece las dimensiones cognoscitivas y dimensiones del conocimiento adecuadas; debido a su relación entre Objetivos, estándares y el marco curricular según (Anderson, L.W., & Krathwohl eds. 2001):



Figura 2: La taxonomía de dominios cognoscitivos Bloom-Anderson.

Cuando se está bajo en enfoque por competencias profesionales se debe tener claro que seguir el contenido como prioridad, eso es seguir con el antiguo esquema, “*Si se declara que estamos frente a un enfoque por competencias y se sigue centrado en el contenido, se dará una incongruencia a veces no perceptible para los maestros*”, (Ruíz M.,2010, p. 106). Por esto la organización curricular de forma globalizada de acuerdo a la autora (Ruíz M., 2010, p. 106) es:

- Primero se debe concebir la unidad de aprendizaje desde la perspectiva de la construcción.
- Segundo se debe relacionar la unidad de aprendizaje con el entorno social.
- Tercero se debe enfocar hacia los problemas en el entorno social.



Figura 3: Esquema del cambio de eje de planeación.

Cuando se trata de la planeación curricular por competencias profesionales esta estará regida por el triángulo comunicativo que es la guía de hitos fundamentales de la planeación a diferencia de la tradicional. Este triángulo comunicativo abarca los siguientes aspectos (Ruíz M., 2010, p. 109):



Figura 4: Esquema del triángulo comunicativo.

El término secuencia didáctica ha sido definido de manera diferente por diversos autores, entre los que se destacan Avolios (2004), Ríos (2007), Castro (2000); Zavala (1995) citados por (Ruíz M., 2008) en su trabajo titulado “*La concepción de las secuencias didácticas para desarrollar competencias en los alumnos* “. Según la autora “una secuencia didáctica está dada por el conjunto de actividades estructuradas de manera fásica, en: apertura, desarrollo y cierre; fases en las cuales los maestros y los alumnos integran su accionar alrededor de las situaciones problemáticas y las capacidades que han dado sentido a la selección de contenidos, que se abordan desde la perspectiva del aprendizaje significativo.” (Avolios, 2004); los investigadores de este trabajo coinciden con estos conceptos. Es evidente que el enfoque por competencias ya no se centra en el docente, sino que ahora el alumno toma un rol protagónico, en el cual ambas figuras forman *una relación intersistémica*. las fases de la secuencia didáctica (apertura, desarrollo y cierre) estimulan de manera permanente la reflexión en los estudiantes, el vínculo de la reflexión en la acción, y esto se pone de manifiesto en la realización de cada ejercicio y su vínculo con la futura profesión de los estudiantes, con lo laboral. El esquema que lo representa es (Ruíz 2010, p. 187):



Figura 5: Esquema de la secuencia didáctica en sus fases.

En este proceso se genera una interrelación y su visión es:

- La importancia de preparar a los docentes para enseñarlos a diseñar las tareas provocadoras de aprendizaje.
- Cómo se debe actuar para que el alumno aprenda a resolver esas tareas.
- Cómo debe concebirse el proceso de autorregulación y metacognición, que es lo mismo que dar prioridad que le corresponde a la evaluación formativa o la evaluación para aprender.

En la elaboración de la metodología que se presenta en el manual, se tuvieron en cuenta las etapas propias de la herramienta de la escuadra invertida para el desarrollo del programa por competencias, según la propuesta presentada por la investigadora Ruíz (2010), en la movilización de recursos la autora menciona: *“Conviene tener presente que la puesta en práctica del currículum pese a que debe ser cuidadosamente planeada, es siempre para un profesor, una actividad creativa, alejada de toda rutina y de resultados previamente pautados. Las interacciones que el maestro logra generar entre los alumnos, la calidad de las actividades que propone, la comprensión y el manejo profundo y creativo de los enfoques de las asignaturas y de los contenidos, los recursos didácticos que utiliza, son el resultado de prácticas docentes reflexivas e innovadoras”*, (Ruíz, 2010, p. 114). La planeación didáctica está representada gráficamente de esta forma (Ruíz, 2010, p. 115):



Figura 6: Esquema de la herramienta de la escuadra invertida.

Cada uno de los elementos de la escuadra invertida aportan al proceso de enseñanza por competencias profesionales y a continuación se ven sus definiciones:

- 0- Definir las competencias genéricas que están comprometidas con el aprendizaje que se desea alcanzar en una unidad temática.
- 1- Definir la competencia (objetivo del aprendizaje) que se relaciona con la tarea integradora.
- 2- Definir la tarea integradora que refleja el resultado del aprendizaje a través de metas, aprendizaje y desempeño que son mostrados en los criterios de evaluación (¿qué conoce el alumno?, ¿qué sabe hacer con lo que conoce?, ¿con qué competencia lo enfrenta?).
  - 2a) Definir las evidencias: Los objetivos formativos son parte de las metas del aprendizaje como ¿qué conoce el alumno?, ¿qué sabe hacer con lo que conoce?, ¿con qué competencia lo enfrenta?
  - 2b) Definir los indicadores: Se deben mostrar el desarrollo del criterio con claridad, coherencia, precisión de sus pasos. Esta relación entre criterios e indicadores es la que permite determinar las evidencias del conocimiento, de desempeño y del producto.
  - 2c) Definir los criterios de evaluación: Se definen de tal forma que proporcionen las tareas que permitan ser evaluados por los indicadores.

- 3- Definir cada micro-competencia que se relaciona con la tarea que son los desempeños anticipados para poder al desempeño como resultado y se les conoce como micro-competencias, sub-competencias o elementos de competencia.
- 4- Definir los contenidos a partir de las tareas y se debe a los contenidos basados en los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que se da a través de los criterios de evaluación e indicadores.
- 5- Definir la secuencia didáctica que inicia con la planeación que el docente prepara para las tres fases: Apertura, Desarrollo y Cierre.
- 6- Definir los medios que permiten el desarrollo de la secuencia didáctica y se puede lograr la enseñanza-aprendizaje.

## **Metodología**

La aplicación de la escuadra invertida en la unidad de aprendizaje de álgebra lineal se realizó en un grupo único de 20 de estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica, en el periodo Enero-Junio de 2015. La unidad de aprendizaje se integró en cuatro unidades temáticas (ver figura 1). En un principio fueron elaborados y procesados varios instrumentos de gran significado para el análisis de los niveles alcanzados en las dimensiones e indicadores; para evaluar el aprendizaje teórico-práctico de los alumnos, por esto se llevó a cabo un análisis de tipo descriptivo-cuantitativo en donde se muestran los porcentajes de cada alumno. Los instrumentos de evaluación que se aplican son los de tipo conocimiento teórico, práctico, tarea integradora (Investigación) y encuestas. En el proceso de aplicación de la escuadra invertida que se llevó a cabo el en el grupo sigue este procedimiento:

- 1) Aplicación de una encuesta inicial.
- 2) Aplicación del manual de trabajo didáctico.
  - Análisis curricular.
  - Seguimiento de la secuencia didáctica.
  - Aplicación de las evaluaciones.
  - Aplicación de la tarea integradora.

- 3) Aplicación de una encuesta final.
- 4) Elaboración de gráficos.
- 5) Análisis de resultados.

De acuerdo a los resultados que arrojan los estudiantes en la encuesta inicial respecto a sus conocimientos en matemáticas adquiridos en el nivel de bachillerato se interpretan de la siguiente forma:

- Han sido de gran utilidad en el nivel superior, el 65% están de acuerdo y en un 35% están en desacuerdo e indiferentes.
- Han sido suficientes para desarrollar sus habilidades, el 40% están de acuerdo y en un 60% están en desacuerdo e indiferentes.
- El desarrollo a través de la historia, el 45% están de acuerdo y en un 55% están en desacuerdo e indiferentes.
- Las bases fundamentales adquiridas, el 55% están de acuerdo y en un 45% están en desacuerdo e indiferentes.
- Las operaciones básicas y su aplicación, el 95% están de acuerdo y en un 5% están en desacuerdo e indiferentes.
- La importancia en la vida diaria, el 85% están de acuerdo y en un 15% están en desacuerdo e indiferentes.
- La empatía con esta ciencia por su aplicación, el 70% están de acuerdo y en un 30% están en desacuerdo e indiferentes.
- Son sencillas de aprender, el 30% están de acuerdo y en un 70% están en desacuerdo e indiferentes.
- El conocimiento la ingresar al nivel superior es muy aceptable, el 45% están de acuerdo y en un 55% están en desacuerdo e indiferentes.
- El tener que estudiar por su cuenta para lograr un nivel aceptable, el 55% están de acuerdo y en un 45% están en desacuerdo e indiferentes.

Se procedió durante el semestre Enero-Junio la aplicación de la escuadra invertida evaluando cada unidad temática en sus tres saberes: El Saber, El Saber Hacer, y el Ser y/o

Estar; además de aplicar sus seis puntos clave para lograr el conocimiento basado en competencias profesionales. Al final del curso se aplicó una encuesta final. De acuerdo a los resultados que arrojan los estudiantes en la encuesta final respecto a sus conocimientos en matemáticas adquiridos en el primer semestre del nivel superior se interpretan de la siguiente forma:

- El sistema por competencias aplicado, consideran que les han sido de gran utilidad el 100% están de acuerdo.
- Los conocimientos adquiridos en este curso, consideran que les han sido suficientes para desarrollar sus habilidades el 90% están de acuerdo y en un 10% están en desacuerdo e indiferentes.
- Las competencias me han generado una mejor expectativa, el 95% están de acuerdo y en un 5% están en desacuerdo e indiferentes.
- Las competencias me permiten conocer mejor las bases fundamentales, el 90% están de acuerdo y en un 10% están en desacuerdo e indiferentes.
- El conocimiento sobre las operaciones básicas y su aplicación, el 100% están de acuerdo y en un 0% están en desacuerdo e indiferentes.
- El conocimiento sobre la importancia de esta ciencia en la vida diaria, el 100% están de acuerdo y en un 0% están en desacuerdo e indiferentes.
- La empatía con esta ciencia y su aplicación, el 90% están de acuerdo y en un 10% están en desacuerdo e indiferentes.
- Las ciencias exactas son sencillas de aprender mediante el enfoque por competencias, el 90% están de acuerdo y en un 10% están en desacuerdo e indiferentes.
- El sistema por competencias permite un aprendizaje aceptable, el 90% están de acuerdo y en un 10% están en desacuerdo e indiferentes.
- El sistema por competencias permite lograr un nivel aceptable mediante la investigación personal e independiente, el 90% están de acuerdo y en un 10% están en desacuerdo e indiferentes.

Los estudiantes manifiestan en los comentarios abiertos (opcionales) que desean que las demás Unidades de Aprendizaje deban ser impartidas por este sistema por

competencias, esto significa que los docentes se enfoquen más en diseñar cursos bajo este sistema porque los alumnos pueden aprender de una forma más sencilla fácil un curso sobre matemáticas. Los alumnos manifiestan que aprenden mejor y conocen mejor las aplicaciones de las matemáticas en la vida cotidiana mediante el sistema por competencias. Gracias a las herramientas tecnológicas existentes hoy en día que están disponibles que están para apoyar a las matemáticas permiten ampliar esa visión de aplicación.

Como conclusión la formación por el sistema por competencias permite la formación de individuos aptos para todas las responsabilidades de la vida ciudadana, de esta forma el alumno como ciudadano puede ejercer de forma responsable y consiente su desarrollo profesional. El alumno con sus habilidades mejor desarrolladas puede dirigirse a un nuevo sentido de desarrollo del civismo, a un nuevo desarrollo de la identidad, en un nuevo contexto histórico. Dentro de la sociedad existe una situación de tipo curricular que nos orienta hacia qué tipo de alumnos con el perfil de Ingeniería Mecánica se necesitan, por lo que el Área de Ciencias Básicas e Ingenierías de la Universidad Autónoma de Nayarit debe ser capaz de lograr. El análisis experimental permitió determinar la validez de la escuadra invertida para la unidad de aprendizaje álgebra lineal a través de los resultados obtenidos en el grupo único de ingeniería mecánica del turno vespertino, mediante la pedagogía, la investigación, el pensamiento matemático, encuestas y el desarrollo de habilidades específicas se puede observar que los resultados son satisfactorios.

El diagnóstico realizado al inicio con los alumnos a través de una encuesta inicial demostró la visión y las insuficiencias que ellos poseen antes de iniciar el curso por competencias. En esa encuesta la mayoría (65%) manifiestan que lo cursado hasta ese momento en el área de matemáticas no les ha sido de gran utilidad. En la encuesta final posterior al curso por competencias para la Unidad de Aprendizaje de Algebra Lineal, los estudiantes manifiestan en un 100% del total del grupo que las matemáticas que cursaron les han sido de gran utilidad.

## **Bibliografía**

- Anderson, L.W., & Krathwohl (Eds.) 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Avolios de Cols Susana (2004). El módulo “Diseño Curricular Basado en Normas de Competencias Laborales. Conceptos y orientaciones Metodológicas”. Buenos Aires. ID FOMIN, CINTERFOR.
- Castro Espíndola J. L. (2000). *Reingeniería educativa*. México. Editorial Pax México.
- López Acosta Norma P. (2010). *Antecedentes Históricos del Álgebra Lineal*. Facultad de Ingeniería de la UNAM, México D.F.
- Mezquita Cereza, Rodríguez J. y Fiallo, J. (2002). *Los métodos científicos en las investigaciones pedagógicas*. Ciudad de la Habana, Cuba.
- Ruiz Iglesias Magalys (2008). *La concepción de las secuencias didácticas para desarrollar competencias en los alumnos*. En *Antología: Educación Basada en Competencias*, IPN.
- Ruiz Iglesias Magalys (2010). *Hacia una pedagogía de las competencias*. Ediciones CICEP. Cancún Quintana Roo, México.
- Zabala A. (1995). *La práctica educativa, cómo enseñar*. Barcelona Graó.