

La comprensión del álgebra lineal en los estudiantes de ciencias técnicas en las universidades.

MSc. Cila Mola Reyes. P. Auxiliar

Dra. C Nancy Montes de Oca Recio. P. Titular

Dra. C María Rodríguez González. P. Auxiliar

Dra. C Isabel Yordi González. P. Auxiliar

Dr. C Reinaldo Sampetro Ruiz. P. Auxiliar

Universidad de Camagüey.

cila.mola@reduc.edu.cu

Breve currículum de los autores. Es Master en Enseñanza de la Matemática. Profesor - investigador del Dpto. de Matemáticas, Facultad de Informática de la Universidad de Camagüey tiene la categoría docente de Profesor Auxiliar. Miembro del Claustro de profesores de la Maestría Mejora de la Enseñanza de la Matemática en la Republica Dominicana. UNAPEC. Miembro del Claustro de profesores de la Maestría Enseñanza de la Matemática. Universidad de Camagüey. Ha obtenido premios en el que se destaca el premio de la Academia de Ciencias de Cuba en el 2009, por el trabajo Perfeccionamiento del Proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. Ha participado en variados eventos internacionales, RELME, COMPUMAT y otros, y publicado en revistas como ALME y RIE.

Palabras clave: proceso docente educativo, comprensión del Álgebra Lineal.

Resumen

El desarrollo investigativo en el mundo es amplio en el terreno de la enseñanza de la Matemática. El presente artículo muestra los resultados parciales de una investigación que está realizando el Grupo de Matemática Educativa de la Universidad de Camagüey sobre el proceso de comprensión del Álgebra Lineal en los estudiantes de las carreras de ciencias técnicas. Este estudio preliminar tiene fundamentalmente una dimensión cualitativa y una cuantitativa que la complementa. Desde el punto de vista práctico se obtuvo un listado de aspectos que deben recibir un mayor énfasis en los cursos de Álgebra Lineal para mejorar su comprensión. Desde el punto de vista teórico los resultados de este primer acercamiento permitieron a los autores develar la lógica didáctica del proceso de comprensión del Álgebra Lineal, a partir de las relaciones que con carácter de regularidad se dan en la comprensión del Algebra Lineal.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo investigativo en el mundo es amplio en el terreno de la enseñanza de la Matemática. Las relativas al Álgebra Lineal, han cobrado especial significación en la comunidad matemática. El Álgebra Lineal tiene una naturaleza unificadora, generalizadora, simplificadora y formalizadora que conduce inevitablemente a múltiples puntos de vista y modos de razonamientos, pero también a su unificación en la teoría formal. Las principales dificultades en su aprendizaje, en opinión de (A. Sierpinska, 1996) lo constituyen la conceptualización y la formalización.

"La falta de conceptualización y formalización en los estudiantes implica una problemática bastante seria en el aprendizaje del Álgebra Lineal. La conceptualización tiene una gran repercusión en la formación de habilidades, en particular, las relacionadas con la resolución de problemas, y a su vez, la formación de habilidades contribuye a formar los conceptos." (I. Yordi, 2003)

DESARROLLO

Investigadores a nivel internacional como: Z, Usinskin (1988); A, Sierpinska (1996); P, Ortega (2002), I, Millar (2008), desde diferentes perspectivas (matricial, axiomática, geométrica, computacional) han tratado de solventar las dificultades en el aprendizaje del álgebra. Dentro de estas dificultades se pueden destacar: las diferentes representaciones que puede tener un mismo objeto, fenómeno que no resulta muy claro para un estudiante que se trata del mismo objeto; dificultades atribuidas al desconocimiento de las reglas de correspondencia semiótica entre los diferentes registros y el registro de escritura algebraica (R. Duval, 1993); uso del formalismo, el agobio ante las nuevas definiciones y la pérdida de conexión con lo que los alumnos ya saben de matemáticas. Además, es muy frecuente que los conceptos del Álgebra Lineal se adquieran como formas sin contenido, es decir, un conjunto de relaciones simbólicas vacías de significado. Lo anterior se expresa bajo la forma de automatismos o interpretaciones personales que en muchos casos difieren de la interpretación que el Álgebra Lineal pretende comunicar y, en algunos casos, obstaculizan su entendimiento (A. Sierspinka, 1996). Sin embargo, el bajo rendimiento académico de los estudiantes permanece en la actualidad, debido a las dificultades conceptuales y al tipo de pensamiento requerido para el estudio y comprensión del álgebra.

Por otra parte, el desarrollo de procesos docentes educativos orientados a la comprensión, plantea retos significativos a las investigaciones en Matemática Educativa. A nivel internacional se destacan los trabajos de: P, Van Hiele (1957), R, Duval (1993), E, Dubinsky (2000), V, Uzuriaga (2008), L, Mukul (2009), D, Andreoli (2009). En Cuba, se encuentran entre otros, los trabajos de: M, Silvestre (1993), L, Campistrous y C, Rizo (1996), O, Mederos (1990), Y, Proenza (2002), H, Jiménez Milian (2003).

Los diferentes estudios parten de intentar obtener información sobre la comprensión matemática en fases distintas del proceso de enseñanza aprendizaje (formación de conceptos, modelación, argumentación, etc.); otras se centran en términos del contenido, haciendo énfasis en las técnicas y procedimientos, y dejando implícito el aprendizaje conceptual.

Lo planteado anteriormente pone de manifiesto que existe una tendencia al perfeccionamiento de varios factores que favorecen los distintos eslabones del proceso de docente educativo de la matemática. Sin embargo, la absolutización de una u otra variante no ha arrojado el resultado esperado en la garantía de un egresado que se haya apropiado de los conocimientos, habilidades y valores exigidos en los programas de la disciplina Matemática para las diferentes carreras de ingeniería, y que sea capaz de utilizarlos según los objetivos planteados en el plan de estudio. Lo anterior se manifiesta en el propio desarrollo de las asignaturas donde se enseña el Álgebra Lineal.

En las carreras de ingeniería se aprecian aún un desbalance manifiesto entre la importancia creciente de la enseñanza de la Matemática y la falta de motivación en los estudiantes hacia su estudio, entre la enseñanza de las asignaturas y el bajo nivel de comprensión del contenido matemático. Además reconoce múltiples causas que van desde la labor del profesor que provoca determinada actuación en el estudiante, hasta la actividad del estudiante que por ser de los primeros años está influenciada por las características de la enseñanza de la Matemática precedente.

Las cuestiones señaladas constituyen elementos de reflexión y orientación; ya que subsisten dificultades de carácter subjetivo y objetivo, que requieren de la aplicación de nuevas alternativas que garanticen un estudiante universitario con mayor implicación en

el proceso de obtención del conocimiento, a fin de evitar el aprendizaje deficiente y la comprensión limitada de la matemática.

Antecedentes del problema.

Para fundamentar la necesidad e importancia del desarrollo de la comprensión matemática teniendo en cuenta como premisa: que desde el proceso docente educativo del Álgebra Lineal, el accionar de los docentes para el logro de su comprensión quedan a la espontaneidad, a pesar de la importancia y actualidad que posee; los autores como parte del estudio, se vieron en la necesidad de asumir una definición de comprensión entre las disímiles que existen.

Comprender (del latín *comprehendere*) en el *Diccionario de la Real Academia Española*, significa penetrar, concebir, discernir, descifrar (RAE, 2001). Desde los usos habituales de la palabra, comprender o comprensión significa entender algo, alcanzar, dominar una teoría, un concepto, construir una representación mental, darle significado a una idea, evento o símbolo o tener éxito comunicativo en la recepción de un mensaje.

Para algunos autores la comprensión está ligada al lenguaje y su uso, y se relaciona con eventos tales como captar el mensaje, entender al otro, entender lo que dijo el profesor, descubrir las intenciones de lo que se dice; es rehacer interiormente el proceso de conocimiento que produce el mensaje (R, Mañalich, 2005). Otros incluyen aspectos condicionantes de la comprensión y la relacionan con la especificidad del objeto de comprensión. Por ejemplo: comprender las Escrituras Simbólicas del Álgebra es tomar en cuenta de manera conjunta su sintaxis, su denotación, su sentido y su interpretación. Comprender un concepto matemático consiste en conocer sus principales representaciones, el significado de cada una de ellas, operar con las reglas internas de cada sistema, convertir o traducir unas representaciones en otras y le otorgamos gran importancia al lenguaje gráfico, intentando establecer un isomorfismo operativo entre el lenguaje algebraico y el lenguaje gráfico (R, Cantoral, 2000). Terceros la sitúan en el espacio interno de lo mental y se asocia con palabras tales como percibir, descubrir, razonar. Por ejemplo: “Un proceso que tiene lugar en la mente del estudiante” y es el resultado de “una larga secuencia de actividades de aprendizaje durante las cuales ocurren e interactúan una gran cantidad de procesos mentales” (T, Dreyfus, 1991).

Comprender un objeto matemático para (V, Font, 2003) consiste en ser capaz de reconocer sus características, propiedades y representaciones; relacionarlo con otros objetos matemáticos y usarlo en toda la variedad de situaciones problemáticas que sean propuestas por el profesor. Para (H, Jiménez Molan, 2003), es el proceso que se produce en los aprendizajes del ser humano asociados a los contenidos matemáticos, y se pone de manifiesto en el nivel del saber hacer, que expresa cada personalidad, ante una exigencia para actuar de esta rama del saber o vinculada con ella.

Estas consideraciones conducen a entender que la comprensión matemática se pone de manifiesto ante conceptos y definiciones, teoremas y demostraciones, procedimientos y la formulación y resolución de problemas. Donde el saber, no el ras que asume el docente para evaluar la comprensión de sus estudiantes, sino el saber hacer, al exigir, no sólo el enunciado de los sistemas conceptuales, sino también la ejemplificación; para lo cual se hace necesario conocer el nivel alcanzado por cada alumno y aplicar estrategias que favorezcan el ascenso hacia niveles superiores.

De hecho, se asume que un estudiante universitario habrá comprendido cuando desarrolla la capacidad de poder comunicar el uso del objeto matemático en diversas tareas que le presenta el profesor, en las que requerirá utilizar diferentes notaciones y convertir una

representación en otra de manera natural. Cuestión que se desarrolla en forma de espiral y el estudiante transita de un nivel a otro en función del nivel de comprensión alcanzado y las posibilidades y potencialidades que reconoce él, su profesor o el grupo para alcanzar un nivel de comprensión ascendente.

Esta última definición a criterio de los autores presenta un gran aporte teniendo en cuenta que la investigadora concibe la comprensión matemática en términos de proceso, la cual se desarrolla a medida que el estudiante transita de un nivel de comprensión a otro, siendo capaz de comunicar la actividad matemática que realiza en diferentes contextos. Por ello se visualiza en constante transformación y dependiente de las condiciones internas del sujeto y de las condiciones externas.

En un segundo momento se propone realizar un diagnóstico a lo largo del semestre que se imparte la asignatura incluyendo el curso introductorio. Se tiene en cuenta que el diagnóstico debe concebirse desde el primer contacto que el profesor tiene con los estudiantes, teniendo en cuenta la dimensión cognitiva como la afectiva. Donde los aspectos que se conciben en ambas dimensiones, deben representar indicadores de los aspectos cualitativos del diagnóstico inicial de los niveles de comprensión. Además, son los que con mayor exactitud pueden servir de criterios comparativos de cambio, es decir, son de donde deben partir los juicios para lograr la evaluación continua personalizada que se debe concebir durante el resto del curso escolar.

Se realizó una **encuesta inicial** en la que se recogieron aspectos de carácter individual relacionados con las actitudes personales de los alumnos frente a las Matemáticas, el trabajo en grupo, sobre los conocimientos iniciales en Matemáticas e Informática. Además, el proyecto personal de cada estudiante, su capacidad de interesarse por la carrera que estudia en la universidad y su valoración de las posibilidades que tiene de éxito.

Como resultado de la encuesta inicial realizada en el que participaron estudiantes de las carreras de Arquitectura, Civil, Eléctrica, Informática, Mecánica y Química, un 54 % declaró no gustarle la Matemática, un 62% expresó que le era difícil la matemática. El resto de los estudiantes reconocieron tener compromiso de graduarse y de superación de postgrado.

El **curso introductorio** es un curso propedéutico que tiene como objetivo el diagnóstico y reforzamiento de los conocimientos previos de los estudiantes que ingresan a la universidad. Para el diagnóstico se plantearon tres tipos de pruebas objetivas: a) una prueba al iniciar el curso para la determinación del nivel de aprendizaje real con que ingresan los estudiantes. b) ejercicios finales al acabar cada tema y c) una prueba final de resolución de problemas. Con b y c se pretendió valorar el rendimiento de los alumnos en el curso así como las estrategias de resolución de problemas, la autonomía cognitiva que habían adquirido el alumno.

Se seleccionaron 3 dominios cognitivos, a saber: conocimiento de hechos y procedimientos, que engloba al conocimiento factual que constituye el lenguaje de las matemáticas; la utilización de conceptos, que permite extenderse más allá de los conocimientos existentes, juzgar la validez de enunciados y crear representaciones matemáticas y la resolución de problemas habituales, que es un objetivo en la enseñanza de las matemáticas.

Se revisaron un total de 168 exámenes (56 del primer parcial, 56 del segundo parcial y 56 del examen final), el cual fue aplicado a la totalidad de los estudiantes que ingresaron en el curso 2010 - 2011 en el primer año de la carrera de Ingeniería, para conocer: la

comprensión de algunos conceptos elementales de la asignatura, la interpretación de textos, procedimientos de cálculo, la argumentación en las respuestas, la relaciones variable – parámetro, la transferencia de registros de representación semiótica, el análisis de tablas u otras, que demandaban la utilización del pensamiento lógico, elementos básicos para la comprensión del Algebra Lineal.

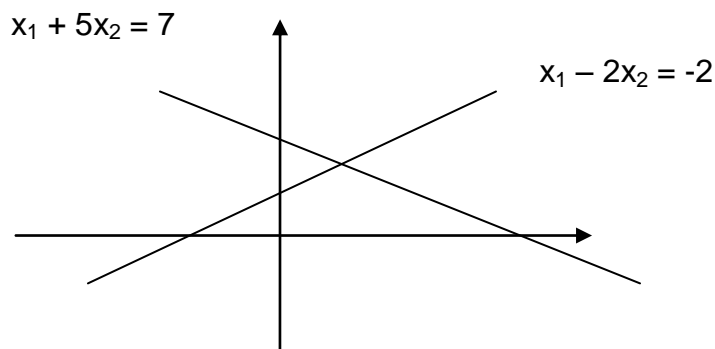
A continuación se muestran ejemplos de ejercicios propuestos para comprobar la zona de desarrollo próximo alcanzado por cada estudiante durante el desarrollo de las clases correspondientes al tema Sistema de ecuaciones lineales.

- El siguiente cuadro describe la secuencia seguida por un estudiante para resolver un sistema de ecuaciones lineales de 3 ecuaciones y 3 incógnitas. Expresa con sus palabras las operaciones realizadas.

$$\begin{aligned} x + y + z &= 5 \\ -2x + y + z &= 4 \\ x + 3y - z &= 0 \end{aligned}$$

$\begin{array}{r} x + y + z = 5 \\ -2x + y + z = 4 \\ \hline 3y + 3z = 9 \end{array}$	$\begin{array}{r} x + y + z = 5 \\ x + 3y - z = 0 \\ \hline -2y + 2z = 5 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3y + 3z = 9 \\ -2y + 2z = 5 \\ \hline Z = 11/4 \end{array}$	$\begin{array}{l} X = 2 \\ Y = 1/4 \end{array}$
---	---	---	---

- Encuentre el punto (x_1, x_2) que pertenece tanto a la línea $x_1 + 5x_2 = 7$ como a la línea $x_1 - 2x_2 = -2$



- El promedio de las notas de un estudiante en Física, Química y Matemática es 88 puntos. Si hubiera obtenido 100 puntos en Matemática el promedio sería 92 puntos; pero si en lugar de obtener 100 puntos en Matemática los hubiera alcanzado en Química, el promedio sería 94 puntos. ¿Qué promedio hubiera alcanzado obteniendo 100 puntos en Física?

Realizado un análisis de los resultados se pudo comprobar:

- La falta de dominio de los conceptos básicos, lo que se refleja al operar con entes cuyo significado se desconoce o con algoritmos que se aplican sin saber de donde provienen.
- Realizan meros automatismos al resolver situaciones problemáticas planteadas, pues:
 - ❖ no verifica la consistencia de los resultados previamente calculados.
 - ❖ no comprenden el significado de cada conjunto solución hallado.
 - ❖ no razonan al operar sobre incógnitas o sobre números desconocidos.

- ❖ cometen errores de sintaxis cuando se realizan operaciones con expresiones algebraicas.
- Dificultades de interpretación al enfrentarse con preguntas en el contexto algebraico o que requieran de una reinterpretación de los conceptos algebraicos.
- Incapacidad para aplicar conceptos y modelos a situaciones dadas, traducir un problema de la realidad a uno matemático utilizando las herramientas que les brinda el álgebra.
- Presentan erróneos en aspectos importantes del Álgebra como ecuaciones, inequaciones, tecnicismo algebraico, etc.

En la **observación a clases** se planteó como objetivo: caracterizar la participación de los profesores y estudiantes en las clases.

La observación a clases fue realizada al colectivo de asignatura (experiencia laboral en la educación superior que oscila entre 15 y 35 años, la mayoría posee categoría científica de Doctor o Máster en Ciencias pedagógicas: 5 doctores y 3 master) y mediante un diario de campo con el siguiente guión:

- Fecha y Hora.
- ¿Qué tema se imparte?
- ¿Ha dado tiempo a impartir lo que estaba programado?
- ¿Cómo ha sido el ambiente de clase en general?
- El alumno pregunta y/o solicita la colaboración del profesor o de sus compañeros para esclarecer cualquier duda.
- ¿Cómo son las dudas que se plantean?
- ¿Se percibe motivación en los alumnos a la hora de resolver los ejercicios y tareas planteadas?
- Atención a la diversidad por parte del profesor.
- ¿Cuáles son los recursos que utiliza el profesor para que el alumno aprenda?
- ¿Qué procedimientos metodológicos utiliza el profesor para lograr la comprensión (planificación, ejecución y evaluación de acciones)?

Cualquier otra observación que merezca ser considerada que puede suscitar un nuevo punto de anotación en este guión.

Como resultado de la aplicación de los variados instrumentos se pudo constatar:

En los estudiantes:

Se comportan de forma pasiva, resuelven correctamente una situación práctica, pero no pueden justificar lo realizado, son reproductivos y muestran muchas dificultades en la solución de problemas nuevos utilizando las herramientas que les brinda el álgebra. Tienen dificultades en el establecimiento de las relaciones variable parámetro; dificultades de convertir un problema dado en un registro verbal al gráfico y viceversa porque presentan insuficiencias en la relación símbolo objeto, dificultades al interpretar la solución de un sistema de ecuaciones pues desconocen el significado de solución de un sistema. Dificultades al hallar un determinante ya que desconoce el procedimiento de cálculo; dificultades al operar con el producto matricial ya que presentan la concepción de que cumplen con la propiedad conmutativa, dificultades al dar un ejemplo de un concepto o teorema estudiado, etc. Pobre utilización de estrategias metacognitivas en la solución de tareas.

En los profesores:

Fortaleza: dominio del contenido de la asignatura.

Debilidades: generalmente el profesor es el protagonista de la actividad; la mayoría de los conceptos se definen tácitamente por el profesor y los estudiantes simplemente los reciben de forma reproductiva. Pobre sincronización de los materiales (libros, guías, tecnología y otros) en la asignatura para que sean provechosos en el estudio independiente y a la comprensión de las ideas básicas y la realización de ejemplos simples. En las clases no siempre se propicia la comprensión conceptual, la búsqueda de significados, ni se da posibilidades a que los alumnos elaboren sus propios procedimientos mediante la comunicación que se logre crear en el aula a lo largo de todas las clases. Se prioriza el manejo eficiente de los procedimientos y algoritmos de carácter algebraico, brindando escasa o nula importancia a las representaciones gráficas. Predomina el empleo reducido, en cuanto a número y tipo de tareas y situaciones matemáticas para afrontar la valoración y el desarrollo de la comprensión matemática.

Al **profesor observado** se le realizaron las siguientes preguntas:

- ¿Has estado cómodo impartiendo la clase hoy?
- ¿La presencia del observador, te ha motivado, te ha hecho sentir mal, has encontrado algún obstáculo por su presencia?
- ¿Cómo ha sido la participación del alumnado en las clases?
- ¿Has percibido qué alumnos son los más retrasados y merecen una atención especial?
- ¿Has observado que algún alumno se ha distraído en la clase?
- ¿Qué criterio tienes de llevar un GUIÓN para la clase?
- ¿Existe autonomía cognitiva o una excesiva dependencia? Pon ejemplo si los tienes que corroboren una u otra afirmación.
- ¿Eran suficientes los conocimientos previos para los contenidos que se introducían?
- ¿Qué características han tenido las diferentes tareas?
- ¿Las tareas, han facilitado la asimilación y comprensión de contenidos o por el contrario han dispersado la atención del alumnado?

Terminado el semestre se realizó una **encuesta final** a 72 estudiantes, se tomaron 9 estudiantes de cada profesor (8) que imparte la asignatura de forma aleatoria con el objetivo de recabar información en torno a la organización del curso, el profesorado y el trabajo en grupo.

Las preguntas fueron:

- ¿Te has sentido motivado en las clases para realizar los ejercicios?
- ¿Cómo ha sido tu participación en las clases?
- ¿Las tareas propuestas te han ayudado a asimilar y comprender el contenido?
- ¿Qué características han tenido las diferentes tareas?
- ¿Te han servido los conocimientos que poseías de la enseñanza precedente para comprender algunos aspectos del Álgebra Lineal?
- ¿El profesor al iniciar cada sesión de clases te ha recordado los conocimientos necesarios que debías dominar para enfrentarte al nuevo contenido del Álgebra Lineal?

Contestando a estas preguntas se puede perfilar a partir de las actividades concretas la comprensión que los estudiantes van teniendo del contenido del Álgebra Lineal. Se trata de determinar si las tareas han facilitado la comprensión de contenidos. Se analizan las opiniones del alumnado en torno a esta cuestión de tal forma que si la contestación es mayoritariamente afirmativa es un indicio de que los estudiantes han comprendido el

contenido, por el contrario si lo que han hecho ha sido dispersar la atención, entonces el aprendizaje habrá sido mecánico y por tanto no hay comprensión o es poca.

Si el aprendizaje ha sido activo, con un elevado grado de participación, esto es un indicador de que el contenido ha sido comprendido por los estudiantes, si por el contrario ha sido pasivo con poca participación estamos es un indicador negativo de la comprensión, ya que el alumno no ha participado del proceso de aprendizaje y ha sido un mero receptor.

Si los conocimientos previos que se requerían para realizar las tareas eran insuficientes, entonces el aprendizaje no se ha cimentado sobre una base teórica que muestra su comprensión, en cuyo caso puede haberse convertido en aprendizaje memorístico.

Como fortaleza: la orientación que reciben de los docentes sobre los contenidos del curso y el cumplimiento del programa.

Como debilidades: falta de trabajo grupal, la formulación de auto preguntas, pobre utilización de imágenes visuales, recurrir a conocimientos previos, limitado empleo de los asistentes matemáticos. No se utilizan debates y otras tareas que permitan el desarrollo de la comprensión del Algebra Lineal.

Como resultado del estudio se derivó que la formación del profesional de la ingeniería es deficitaria respecto al contenido del Álgebra Lineal, manifestándose automatismo y ausencia de significados. En la generalidad de los casos, no se realiza un trabajo sistémico, sistemático e integrado del colectivo de profesores que imparten la asignatura, en función de la creación de estrategias comunes para el lograr una comprensión significativa a pesar que se crean recursos para exponer el contenido. Existen insuficiencias en la dirección que realiza el profesor del PDE del Algebra Lineal y sobre el desarrollo de aquellas habilidades que tienen una influencia directa en la comprensión por el alumno.

Al reflexionar en este sentido; los autores vieron la necesidad de estudiar algunas de las teorías más representativas relacionadas con la comprensión matemática para encontrar las convergencias, ventajas y limitaciones de cada uno de ellas. Entre ellas: el Modelo educativo de Van Hiele, la teoría APOE, la teoría de las representaciones semióticas y el Enfoque Ontosemiótico de la cognición matemática (EOS).

Estas diversas teorías le dan mayor importancia al proceso de aprendizaje como un motor de crecimiento intelectual, que a la memorización y al manejo algorítmico de un contenido. Además, **presentan elementos comunes** que resulta de interés destacar; la comprensión matemática:

- es un proceso cíclico y continuo que comienza con acciones sobre objetos conocidos (que pueden ser físicos o mentales);
- necesita conectar las experiencias del mundo real y los símbolos inherentes siguiendo la secuencia de las actividades;
- varía respecto al propósito o finalidad;
- varía respecto a la situación problemática que representa;
- desarrolla varias experiencias, aplicando un procedimiento aprendido;
- está influida por los métodos empleados por parte del maestro y
- es inferida por la observación de las acciones y las verbalizaciones que se llevan a cabo al intentar resolver un problema.

No obstante, es preciso incorporar algunos elementos para contribuir a la comprensión del Algebra Lineal, que aunque de forma implícita pueden aparecer, no se profundiza suficientemente en cómo alcanzarlo con la fuerza que requieren los tiempos actuales.

Entre ellos se destacan:

- potenciar el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se ha de aprender, mediante situaciones didácticas que sirvan para que el aprendiz se ubique en el contexto conceptual apropiado y para que transite por los diferentes niveles de comprensión.
- potenciar el tránsito de la dependencia a la independencia cognoscitiva, y a la autorregulación mediante situaciones didácticas que permitan al estudiante ser capaz de lograr su auto-perfeccionamiento constante.
- valorar las necesidades detectadas en un grupo en general, y las diferencias individuales de cada alumno, de acuerdo a su desempeño de comprensión.
- potenciar el trabajo grupal como un facilitador para alcanzar en el aprendizaje la comprensión.
- explicitar el sistema de acciones o procedimientos que permitan la comprensión de un concepto a partir de su descomposición genética.
- reflexionar sobre la utilización de las TIC como mediadores en el trabajo independiente del estudiante y la comprensión conceptual.

Los aspectos antes mencionados, a criterios de los autores son los que deben recibir un mayor énfasis para el logro de la comprensión del Álgebra Lineal. Además de tener en cuenta algunos elementos de las teorías: El Modelo educativo de Van Hiele, la teoría APOE, la teoría de las representaciones semióticas y el Enfoque Ontosemiótico de la cognición matemática (EOS).

CONCLUSIONES

Los resultados de este primer acercamiento permitieron a los autores develar la lógica didáctica del proceso de comprensión del Álgebra Lineal, a partir de las relaciones que con carácter de regularidad se dan para su comprensión.

Se determinaron las teorías pedagógicas en las cuales el profesor puede apoyarse para impartir sus clases de Algebra Lineal. Además de incorporar al proceso docente educativo del Algebra Lineal los elementos establecidos por los autores en este artículo para contribuir a la comprensión en los estudiantes de las carreras de ciencias técnicas en esta rama del saber.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreoli, D. (2009). “Análisis de los obstáculos en la construcción del concepto de Dependencia Lineal de vectores en alumnos de primer año de la universidad”. Tesis de Maestría no publicada. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. México.
- Campistrous, L. Y Rizo, C (1996). “Aprende a resolver problemas aritméticos”. La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2000). “Desarrollo del pensamiento matemático”. Madrid. Editorial Trillas.
- Diccionario de la lengua española. Disponible: <http://www.rae.es/rae.html> [Fecha de acceso: 20-01-11]
- Dubinsky, E. (2000). “De la investigación en matemática teórica a la investigación en matemática educativa: un viaje personal”. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. México. Grupo Editorial Iberoamericano. Vol.3, No1pag.15

- Duval, R. (1993). “Registros de Representación Semiótica y Funcionamiento Cognitivo del Pensamiento”. Revista Investigaciones en Matemática Educativa. México. Grupo Editorial Iberoamericano. Vol. 2, (pag. 173-201)
- Dreyfus, T. (1991). “Advanced mathematical thinking processes,” Editorial. Advanced Mathematical Thinking. (p. 25 - 31)
- Font, V. (2003). “Processos mentals versus competencia”. Revista de Educación. No. 352. España, pág. 77-97.
- Jiménez Milian, H. (2000). “Propuesta para mejorar la referencia y aplicación de los saberes del Análisis Matemático en la formación de profesores.” Tesis Doctoral no publicada. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Mañalich, R. (2005). “Didáctica de humanidades”. La Habana. Editorial. Pueblo y Educación.
- Mederos, O. (1990). “El concepto de algunas operaciones sobre la base de los mismos.” Revista Cubana Educación Superior. Vol.1, No. 1. Pág. 9
- Millar, I. (2008). “Metodología para el perfeccionamiento conceptual de estudiantes universitarios en el álgebra básica con el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones”. Tesis doctoral no publicada, Centro de Estudios para la educación superior de la Universidad de Camagüey. Cuba
- Mukul, L. (2009). “Una caracterización del tratamiento, asimilación y evaluación de contenidos en los cursos de Álgebra Superior I”. Tesis de grado, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. México.
- Ortega, P. (2002). “La enseñanza del Álgebra Lineal mediante sistemas informáticos de cálculo algebraico”. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España
- Proenza, Y. (2002). “Modelo didáctico para el aprendizaje de los conceptos y procedimientos geométricos en la escuela primaria”. Tesis Doctoral no publicada. Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero. Holguín.
- Sierspinka, A. (1996). “Razonamiento analítico versus razonamiento sintético en Álgebra Lineal o cómo un problema de comunicación se convierte en un problema de significado.” Revista Investigación y Didáctica de las Matemáticas. Vol. 19, No 1 p. 47-65.
- Silvestre, M Y Rico, P. (2003). “Proceso de enseñanza-aprendizaje” .La Habana. Editorial. Pueblo y Educación. (p. 68-79)
- Usiskin, Z. (1988). “Conceptions of school algebra and uses of variables”. In: Coxford, A.F. The ideas of algebra. Reston, VA: NCTM p. 8-19.
- Uzuriaga, V. (2008). “Algunos medios que contribuyen a mejorar el aprendizaje del Álgebra Lineal”. Disponible: <http://redalyc.uaemex.mx/src/> [Fecha de acceso: 15-08-09]
- Van Hiele, P. (1957). “El Problema de la comprensión. Alemania”: Tesis Doctoral en Matemáticas y Ciencias Naturales. Universidad Real de Utrecht. Alemania.

- Yordi, I. (2003). “La habilidad de calcular con sentido amplio”. Tesis doctoral no publicada. Centro de Estudios para la educación superior de la Universidad de Camagüey. Cuba

SOCIEDAD DE LA INFORMACION

www.sociedadelainformacion.com

Edita:



Director: José Ángel Ruiz Felipe
Jefe de publicaciones: Antero Soria Luján
D.L.: AB 293-2001
ISSN: 1578-326x