

## LOS ESPACIOS VECTORIALES, COMO ESTRUCTURAS ALGEBRAICAS, EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL: UNA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Ángela Martín Sánchez, Olga Lidia Pérez González, Ramón Blanco Sánchez y Laura Casas Fuentes

Universidad APEC

Universidad de Camagüey

m.angela24@gmail.com, olguitapg@gmail.com

República Dominicana

Cuba

**Resumen.** El objetivo de este trabajo es argumentar la necesidad de investigar sobre el perfeccionamiento didáctico, a través del enfoque sistémico, en el estudio de los Espacios Vectoriales en el Álgebra Lineal. Como resultado se identifica y delimita un diseño metodológico, como propuesta de investigación, a través del cual se define el problema de investigación, objeto de estudio y el objetivo. Es un estudio descriptivo-interpretativo, se adopta la metodología cualitativa y se utiliza el método de revisión de literatura

**Palabras clave:** álgebra lineal, espacios vectoriales

**Abstract.** The purpose of this work is to argue for the necessity of researching about the educational advancement, through a systematic approach, of the study of Vectorial Spaces in Lineal Algebra. As a result of this study a methodological design was identified and delimited as a research proposal, through which is defined the study problem, object and objective. This design is a descriptive-interpretative study, where the qualitative methodology is adopted and the method of literature inspection is used

**Key words:** álgebra lineal, espacios vectoriales

### Introducción

Uno de los conceptos que es objeto de estudio en el Álgebra Lineal es el de Espacio Vectorial, el cual relaciona otros conceptos como dependencia lineal, base, generador, dimensión, coordenada de un vector en una base y transformación lineal. Varias investigaciones señalan que los estudiantes usan los procedimientos algorítmicos sin comprender el significado de estos conceptos y que no saben relacionar sus diferentes representaciones semióticas (Soto, 2003).

Se aprecia, además, que existe una tendencia de los estudiantes a comportarse como si las representaciones simbólicas formales de los objetos del Álgebra Lineal fueran los objetos en sí mismos, por lo cual manipulan las representaciones mecánicamente sin comprender su significado y sin percibir las relaciones entre ellas. (Sierpinska, 2000).

En la búsqueda de explicaciones, reflexiones, autores y propuestas de investigación, en relación a las problemáticas anteriores, el objetivo de este trabajo es argumentar la necesidad de investigar sobre el perfeccionamiento didáctico, a través del enfoque sistémico, en el estudio de los Espacios Vectoriales en el Álgebra Lineal. Como resultado se identifica y delimita un diseño

metodológico, como propuesta de investigación, a través del que se define el problema de investigación, objeto de estudio y el objetivo.

### Metodología

Dado que nuestro objetivo es fundamentalmente descriptivo-interpretativo, se adoptó la metodología cualitativa, por ser la idónea para este tipo de investigación (Blanco & Barrantes, 2003). Se utilizó el método de revisión de literatura, con carácter selectivo, para lo que sirvió de guía la investigación realizada por Sociales y Fernández (2013) y Serna (2013). El mismo consistió en detectar, obtener y consultar la bibliografía para los propósitos del estudio. Para precisar las fuentes de datos, primero se procedió a investigar qué revistas, de habla hispana, relacionadas con la Matemática Educativa están ubicadas en la Web of Science (WoS), debido a que es considerada uno de los sitios web más importantes, de citas y resúmenes de literatura arbitrada y de fuentes de alta calidad (Cañedo, Rodríguez, & Montejo, 2010).

Se identificó a la Revista Latinoamericana de Matemática Educativa (Relime), la cual, según la evaluación de revistas científicas en humanidades que realiza la European Science Foundation (ESF), es la única de Iberoamérica, en el área de Pedagogical and Educational Research, ubicada en el grupo de revistas con el más alto nivel de visibilidad internacional (Cantoral, 2011). Pero, como las revisiones basadas únicamente en datos de la WoS ofrecen un retrato muy limitado de la realidad, especialmente para Humanidades y Ciencias Sociales (Maldonado, Giménez, González-Albo, Corera-Álvarez, & Aguillo, 2013), como segunda opción de fuentes de datos, se identificó al Acta Latinoamericana de Matemática Educativa (ALME), ya que estas actas constituyen un espacio importante de divulgación de los aportes que docentes de Matemática e investigadores en Matemática Educativa, de Latinoamérica, hacen en relación a sus prácticas docentes, a su experiencia y a su actividad investigativa. (Lara, 2013). Se realizó, además, la búsqueda de informes de investigación en opción al título de doctor o de máster en ciencias que estuvieran relacionados con el objeto de estudio de la presente investigación. Esta búsqueda se realizó a través de las referencias bibliográficas de los artículos de Relime y ALME.

Las búsquedas bibliográficas y el desarrollo de la investigación estuvieron guiadas por las siguientes preguntas: ¿Qué se ha investigado sobre las dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal? Y ¿Qué se sugiere investigar en relación al proceso de enseñanza aprendizaje del concepto de Espacio Vectorial y sus conceptos relacionados (dependencia lineal, base, generador, dimensión y coordenada de un vector en una base)?

Para determinar la población objeto de estudio, se utilizaron los términos de búsqueda: “espacio”, “vectorial”, “dependencia”, “lineal” y “álgebra”, no se incluye el término Matemática debido a que

en las revistas seleccionadas todo su contenido está relacionado con la Matemática. El intervalo de tiempo es uno de los criterios asumidos, lo cual fue considerado desde 2009 y el 2013. (5 años), aunque de Relime se analizaron todos sus volúmenes. El criterio de inclusión, el que a su vez es de exclusión (Serna & Serna, 2013) es que el trabajo esté relacionado con los espacios vectoriales y los conceptos asociados a él (dependencia lineal, base, generador, dimensión, coordenada de un vector en una base y transformación lineal) o con temáticas relacionadas con las representaciones semióticas de los conceptos algebraicos, modos del pensamiento y con el sentido estructural del Álgebra Lineal. A partir de este análisis queda definida la muestra del estudio.

Para la recopilación de datos se tuvo en cuenta la perspectiva de la investigación, la cual se asume como el punto de vista desde el cual se considera o se analiza un asunto, en este caso las investigaciones sobre portafolio en el contexto educativo (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA). El análisis de los resultados estuvo en función de las respuestas a las preguntas de investigación, por lo que primero se determinaron la cantidad de documentos publicados y las perspectivas con que se estudia el proceso de enseñanza y aprendizaje del Álgebra Lineal.

Por último se aplica la triangulación de la información dado que es una de las técnicas más empleadas para el procesamiento de los datos en las investigaciones cualitativas, por cuanto contribuye a elevar la objetividad del análisis de los datos y a ganar una relativa mayor credibilidad de los hechos. (Ruíz, 1999).

## Análisis de los resultados

### Pregunta # 1

Al realizar la búsqueda y aplicar los criterios de inclusión se obtuvo la población objeto de estudio y la muestra. Se encontraron 82 trabajos, pero al aplicar los criterios de inclusión el total fue de 29 trabajos.

A1	Oropeza, C., & Lezama, J. (2009). ¿Puede favorecer la visualización a la caracterización de la dependencia lineal para un conjunto de polinomios? En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa.22</i> , págs. 15-24. México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A2	Álvarez, J; Molina, J. (2009). Influencia de los modelos intuitivos en el aprendizaje de la transformación lineal en contexto geométrico. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa.22</i> , págs. 773-778. México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A3	Parraguez, M; Oktaç; A. (2010). Construcción esquema del concepto espacio vectorial. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa.23</i> , págs. 45-54. México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A4	Dias, M; Da Costa, M; Pietropaolo, R; Campos, T (2010). Articulação dos ostensivos e não ostensivos no ensino da noção de sistemas de duasequações lineares e duas incógnitas. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa.23</i> , págs.535-544. México: Colegio

	Mexicano de Matemática Educativa A. C
A5	Mendonça , T; Simião, F; Alves, M (2010). A articulação matrizes e transformações lineares em álgebra linear. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .23, págs.599-610. México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A6	Miyar, I; Legañoa, M; Blanco; R (2010). Perfeccionamiento de la formación de conceptos algebraicos en estudiantes universitarios con el empleo de los asistentes matemáticos. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .23, págs.1207-1216 México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A7	Parraguez, M (2011). Comprensión del concepto combinación lineal de vectores desde el punto de vista de la teoría APOE. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .24, págs.263-272 México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A8	Maturana, I; Parraguez, M (2012). Los modos de pensamiento en que el concepto de dimensión finita de un espacio vectorial real es comprendido por estudiantes universitarios. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .25, págs.227-234 México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A9	Rodríguez, M; Parraguez, M (2013). Un reporte de la investigación: construcción cognitiva de los conceptos espacio vectorial $R^2$ y $R^3$ desde la teoría APOE. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .26, págs.573-583 México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A10	Morales, Z (2013). Transformando las representaciones semióticas: un enfoque cognitivo en el estudio del álgebra. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .26, págs.667-674 México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A11	Parraguez, M (2013). Los modos de pensar el álgebra lineal y ejemplos ad hoc en problemas específicos de su enseñanza y aprendizaje. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .26, págs.695-704 México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A12	Maturana, I; Parraguez, M (2013). Transformaciones lineales. Una mirada desde la teoría APOE. En P. Léstón (Ed.), <i>Acta Latinoamericana de Matemática Educativa</i> .26, págs.879-888 México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C
A13	Karrer, M. (2006). <i>Articulação entre Álgebra Linear e Geometria um estudo sobre as transformações lineares na perspectiva dos registros de representação semiótica</i> . Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. Retrieved from <a href="http://www.sapiencia.pucsp.br//tde_arquivos/13/TDE-2006-05-16T09:17:18Z-2105/Publico/tese_monica_karrer.pdf">http://www.sapiencia.pucsp.br//tde_arquivos/13/TDE-2006-05-16T09:17:18Z-2105/Publico/tese_monica_karrer.pdf</a> , <a href="http://www.pucsp.br/pos/edmat/do/tese/monica_karrer.pdf">http://www.pucsp.br/pos/edmat/do/tese/monica_karrer.pdf</a>
A14	Miyar, I. (2009). <i>Perfeccionamiento de la formación de conceptos algebraicos en estudiantes universitarios con el empleo de los asistentes matemáticos</i> . Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Camagüey, Universidad APEC, Santo Domingo.
A15	Parraguez, M. (2009). <i>Evolución Cognitiva del Concepto de Espacio Vectorial</i> . Tesis para optar por el grado de Doctor en Matemática Educativa, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Unidad Legaria., México, D.F
A16	Pavlopoulou, K. (1994). <i>Propédeutique de l'algèbre linéaire: la coordination des registres de représentationsémiotique</i> , Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur (Strasbourg I); prépublication de l'Institut de RechercheMathématiqueAvancée. France.
A17	Soto, J. L. (2003). <i>Un estudio sobre las dificultades para la conversión gráfico-algebraica relacionadas con los conceptos básicos de la teoría de espacios vectoriales en <math>R^2</math> y <math>R^3</math></i> . Tesis para optar por el grado de Doctor en Matemática Educativa. Cinvestav-IPN, México, D.F., México
A18	Uicab, R., &Oktaş, A. (2006). Transformaciones lineales en un ambiente de Geometría dinámica. <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 9(3), 459-490.

A19	Molina, J., &Oktaç. (2007). Concepciones de la transformación lineal en contexto geométrico. <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 10(2), 241-273.
A20	Fuentes, S., &Oktaç. (2009). Construcción de una descomposición genética: análisis teórico del concepto de transformación lineal. <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 13(1), 89-112.
A21	Aranda, C., & Callejo, L. (2010). Construcción del concepto de dependencia lineal en contexto de Geometría Dinámica: Un estudio de casos. <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 13(2), 129-158.
A22	Oktaç, A., & Trigueros, M. (2010). ¿Cómo se aprenden los conceptos de álgebra lineal? <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 13(4-II), 373-385.
A23	Roa-Fuentes, S., &oktaç, A. (2012). Validación de una descomposición genética de transformación lineal: Un análisis refinado por la aplicación del ciclo de investigación de la tepría APOE. <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 15(2), 199-232.
A24	Berger, M. (2010). A semioticviewofmathematicalactivitywithcomputer algebra system. <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 13(2), 159-186.
A25	Vega-Castro, D., Molina, M., & Castro, E. (2012). Sentido estructural de estudiantes de bachillerato en tareas de simplificación de fracciones algebraicas que involucran igualdades notables. <i>Revista Latinoamericana de Matemática Educativa</i> , 15(2), 233-258.
A26	Vargas, X. N. (2007) <i>El estudio de los espacios vectoriales desde el punto de vista de la teoría APOE</i> . Tesis para optar por el grado de Maestra en Ciencias, especialidad de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN.
A27	Saldanha, L. A. (1995): <i>TheNotions of Linear Independence/Dependence: A Conceptual Analysis and StudentsDifficulties</i> . Master'sThesis. Concordia University. Montréal, Québec, Canada.
A28	Andreoli, D. (2009). <i>Análisis de los obstáculos en la construcción del concepto de Dependencia Lineal de vectores en alumnos de primer año de la universidad</i> . Tesis para optar por el grado de Maestra en Ciencias, especialidad de Matemática Educativa, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Unidad Legaria., México, D.F
A29	Mora, B. (2000). <i>Modos de Pensamiento e Interpretación de la solución de un Sistema de Ecuaciones</i> , Tesis para optar por el grado de Maestra en Ciencias, especialidad de Matemática Educativa, CINVESTAV, IPN, México, D.F.

Tabla 1: Artículos que constituyeron la muestra de investigación

Se valoró que por ser Relime una fuente indiscutible para la consulta, lectura y análisis de investigaciones innovadoras y de alto valor científico (Cantoral & Reyes-Gasperini, 2012), es muy bajo el número de artículos relacionados con el Álgebra Lineal (8,01% con respecto al total contando desde el volumen 0 hasta el volumen 15(3)). Con respecto a la muestra, el 27,5% corresponde a Relime. El mayor número de trabajos aparecen en ALME, aunque si se comparan con respecto al total de trabajos publicados en esta publicación, también es bajo.

En los 29 trabajos, los autores que más publicaron son, en Relime, Asuman Oktaç y en ALME Marcela Parraguez González. Según el análisis de las tesis de doctorado y de maestría, se observa que se repiten estos nombres, como asesores y doctorantes y que 3 de 4 tesis de maestría y 2 de 5 tesis de doctorado se realizaron en el Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Unidad Legaria., México, D.F, donde investigan las autoras anteriormente mencionadas.

Se ha investigado sobre espacios vectoriales, dependencia lineal, transformación lineal, Sistema de ecuaciones lineales, combinación lineal, dimensión finita de un espacio vectorial y de forma general del Álgebra Lineal. No se encontraron trabajos de autores de República Dominicana. En las investigaciones realizadas en Relime se plantean como dificultades: Presencia o ausencia de un pensamiento sistémico en los estudiantes, al resolver el problema de extensión lineal. No realizan las conexiones adecuadas entre los conceptos involucrados(A18), concepciones erróneas que hacen que los estudiantes tengan dificultades para entender el Algebra Lineal, lo cual se puede expresar 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. (A19), la naturaleza epistemológica del álgebra lineal, los problemas con diseños didácticos y el uso de diferentes tipos de lenguajes son algunas de las fuentes de obstáculos que se identifican en estas investigaciones. (A22) y por último, que los estudiantes mecanizan definiciones de los conceptos de Álgebra Lineal, sólo replican algunas palabras que saben están relacionadas con el concepto pero sin un sentido real además del uso nulo de la notación matemática. Estas dificultades se relacionan con el tipo de actividades que los individuos deben tener para enfrentar la construcción de un nuevo concepto. (A23).

Los fundamentos de estos trabajos, descansan en la aproximación teórica del pensamiento teórico versus el pensamiento práctico, donde se destaca que uno de los rasgos del pensamiento teórico es que intenta enfocarse en el establecimiento y estudio de las relaciones entre los conceptos y su caracterización dentro de un sistema que también contiene otros conceptos (Sierpinska, 2000).

Entre las tesis de maestría y de doctorado A15, A26, A28 y A29, se cuestiona: ¿Hasta qué punto los alumnos comprenden la definición de espacio vectorial?, ¿Cuáles son las razones que hacen que este concepto sea difuso para los estudiantes? Y ¿Estarán los estudiantes en condiciones de hacer evolucionar cognitivamente un conocimiento tan abstracto (el de espacio vectorial), y dar a éste una estructura de objeto matemático con un nuevo significado a medida que van integrándose al conocimiento del estudiante nuevos conceptos tales como: independencia-dependencia lineal y base?

En A15 y A27 se precisan algunas de las dificultades que muestran los estudiantes para alcanzar una adecuada comprensión de los conceptos del álgebra lineal, en particular el de espacio vectorial, teniendo orígenes diversos; uno de ellos es el epistemológico: el concepto de espacio vectorial no fue creado para resolver problemas, sino para unificar y generalizar métodos y conceptos ya existentes, sin embargo no hace referencia a la necesidad de sistematizar lo relacionado a los diferentes registros semióticos de este concepto.

Las propuestas A3, A7, A9, A12, A15, A20, A23, A26, A28 y A29 consideran el análisis de conceptos particulares del álgebra lineal, en especial el de espacio vectorial, en el marco de referencia a la teoría APOE (Acción-Proceso-Objeto-Esquema), la que es asumida como una herramienta potente para explicar el por qué de esas dificultades, mediante la aplicación del ciclo de investigación: análisis teórico; diseño e implementación de enseñanza, observación, análisis y verificación de datos. El análisis teórico es la componente más investigada, al describirse las construcciones (acciones, procesos, objetos y esquemas) y los mecanismos mentales (interiorización, coordinación, encapsulación, asimilación) que puede realizar un estudiante para construir un concepto matemático determinado.

Los trabajos A1, A2, A18, A19, A21, investigan en relación a la enseñanza aprendizaje de los conceptos de la teoría de espacios vectoriales en un contexto geométrico – analítico, que aunque no lo relacionan directamente con los registros semióticos de esos conceptos, hacen propuestas concretas para la dependencia lineal y la transformación lineal. En el A13 se estudia la articulación del álgebra con la Geometría a través de los registros semióticos.

Varios trabajos hacen propuestas para el desarrollo de actividades y el perfeccionamiento de conceptos del Álgebra Lineal, desde la perspectiva de los sistemas informáticos, la conversión gráfico algebraico de los conceptos y los registros semióticos (A6, A14, A17, A24).

Otro marco teórico abordado es el de los modos de pensamiento (Sierpinska, 2000), como es el A8 y A11, a través de los cuales se explican los enfoques (analíticos, geométricos o estructurales) que priorizan los estudiantes al momento de desarrollar distintas tareas y cuáles son las conexiones que logran establecer entre ellos. En estos trabajos se abordan tres modos de pensamiento: pensamiento práctico –sintético-geométrico, pensamiento teórico –analítico-aritmético y analítico-estructural.

Aunque llama la atención que en las investigaciones realizadas se investiga el tránsito por cada una de ellas, pero no la interacción sistémica entre los tres modos de pensamiento.

En el A16 es el único trabajo en que se hace referencia a la coordinación entre diferentes registros de representación semiótica, desarrollado para todo el Álgebra Lineal.

Aunque en la generalidad de los trabajos se hace alusión a lo abstracta de esta asignatura, llama la atención que sólo un trabajo hace referencia a la articulación de lo ostensivo y no ostensivo en la enseñanza del Álgebra Lineal, lo cual es investigado en la temática de sistemas de ecuaciones lineales.

Del análisis anterior se pudo determinar que los temas objetos de estudio son: combinación lineal, álgebra, álgebra lineal, dependencia lineal, dimensión finita de un espacio vectorial, espacio vectorial, fracciones algebraicas que involucran igualdades notables, sistemas de ecuaciones lineales y transformación lineal. Las perspectivas de investigación identificadas son: análisis conceptual, aprendizaje de conceptos, articulación de ostensivos y no ostensivos, articulación de contenidos, comprensión del concepto, construcción del concepto, concepciones del concepto, modelos intuitivos en contextos geométricos, modos de pensamiento, representaciones semióticas, sentido estructural, tecnología, visualización.

## Conclusiones

### Pregunta # 2

De acuerdo a los hallazgos obtenidos con esta revisión, las investigaciones actuales sobre el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal, se comprobó que aunque son pocos los estudios en esta temática, por lo general no se aborda el perfeccionamiento didáctico a través del enfoque sistémico en el estudio de los espacios vectoriales.

También se comprobó que si bien el concepto de espacio vectorial pareciera simple, la introducción por primera vez de una Matemática tan abstracta, a opinión de los profesores lo hace lento y el estudiante muchas veces no tiene clara en su mente la serie de requisitos que debe tener un conjunto  $V$  para ser un espacio vectorial sobre un cuerpo  $K$ , así como el concepto de estructura de Grupo. (A15).

Haciendo un análisis de A25 se pudo inferir que muchos alumnos poseen una pobre comprensión de las relaciones y estructuras matemáticas y muestran una falta de relación entre sus conocimientos aritméticos y sus conocimientos algebraicos. Además, existen dificultades en el desarrollo de las habilidades, de los alumnos, para reconocer y usar la estructura matemática. A esto se añade la comprensión del significado de las letras y el cambio de convenciones, como otras de las principales dificultades en la introducción del álgebra.

De esta forma, se puede afirmar que en el álgebra existe una escasez de instrumentos ostensivos y ausencia casi total de discurso explícito que contribuya a que los alumnos identifiquen y utilicen los conceptos. Entendiendo en este caso como ostensivo cualquier objeto que se puede mostrar a otro (Godino, Font, & Wihermi, 2006).

Todo lo anterior argumenta la necesidad de investigar en las dificultades que tienen los estudiantes para probar que un conjunto dado tiene la estructura de espacio vectorial, considerando como problema de investigación, que dado el carácter no ostensivo de los objetos



matemáticos, en particular de las estructuras algebraicas, los estudiantes no identifican su estructura sistémica cuando es presentada en diferentes registros semióticos.

Siendo el objeto de estudio el proceso enseñanza aprendizaje del álgebra lineal en los estudiantes universitarios, con el objetivo de diseñar una metodología basada en las transformaciones de registros semióticos, que permita ampliar las posibilidades del estudiante en la identificación de los espacios vectoriales.

### Referencias Bibliográficas

- Blanco, L., & Barrantes, M. (2003). Concepciones de los estudiantes para maestro en España sobre la Geometría escolar y su enseñanza aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 6(2), 107-132.
- Cantor, R. (2011). Relime en ERIH. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 14(2), 131-138.
- Cantor, R., & Reyes-Gasperini, D. (2012). Editorial 0.167. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 15(2), 131-135.
- Cañedo, R., Rodríguez, R., & Montejó, M. (2010). Scopus: la mayor base de datos de literatura científica arbitrada al alcance de los países subdesarrollados. *ACIMED*, 21(3), 270-282.
- Godino, J., Font, V., & Wihermi, M. (2006). Análisis ontosemiótico de una lección sobre la suma y la resta. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 9(3), 131-155.
- Lara, C. (2013). Presentación. (R. Flores, Ed.) *Acta Latinoamericana de matemática Educativa*, 26, XXII-XXIV.
- Maldonado, Á., Giménez, E., González-Albo, B., Corera-Álvarez, E., & Aguillo, I. (2013). Evaluación Científica, Indicadores y Bases de Datos Bibliográficas. Recuperado el 8 de Agosto de 2013, de CSID: <http://hdl.handle.net/10261/7313>
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (s.f.). <http://www.rae.es/rae.html>. Recuperado el Agosto de 2013, de Real Academia Española: <http://www.rae.es/rae.html>
- Ruiz, A. (1999). La Triangulación. En A. Ruiz, *Metodología de la investigación Educativa* (pp. 1-4). Chapecó. Bra: Editorial Grifo.
- Serna, E., & Serna, A. (2013). ¿Está en crisis la ingeniería en el mundo? Una revisión a la literatura. *Revista de la Facultad de Ingeniería de Universidad de Antioquia*, 66, 199-208.

- Sierpiska, A. (2000). On Some Aspects of Student's Thinking in Linear Algebra. En J. Dorier, & C. M. University (Ed.), *On the Teaching of Linear Algebra* (pp. 209-246). Michigan: Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sociales, S., & Fernández, F. (2013). Raves y consumo de drogas desde una perspectiva epidemiológica y psicosocial: una revisión bibliográfica sistemática Raves and drug use from an epidemiologic and psychosocial approach: a bibliographic systematic re. *Adicciones*, 25(3), 269-279.
- Soto, J. L. (2003). *Un estudio sobre las dificultades para la conversión gráfico-algebraica relacionadas con los conceptos básicos de la teoría de espacios vectoriales en  $R^2$  y  $R^3$* . Tesis para optar por el grado de Doctor en Matemática Educativa, Instituto Politécnico Nacional, CINVESTAV, México, D.F.