



ANÁLISIS DEL CURRÍCULO MATEMÁTICO DEL PRIMER SEMESTRE DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

Yolanda Serres Voisin¹. Gabriella González Yusti². Rafael Cadiz³.
Universidad Central de Venezuela.

Facultad de Ingeniería^{1,2}. Facultad de Arquitectura y Urbanismo³.

Dpto. Educación para Ingeniería¹. Dpto. Matemáticas Aplicadas². Sector de Métodos³.
yolanda.serres.voisin@gmail.com, gabbyusti@gmail.com, rafael.cadiz@ucv.ve

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar el currículo matemático del primer semestre de las carreras de Arquitectura e Ingeniería, incluyendo en esta última el Curso Introductorio (CI). Para hacer el análisis se consideran las dimensiones curriculares planteadas por [1]: dimensión conceptual y dimensión sociológica, dimensión cognitiva y dimensión formativa. Este trabajo reporta la dimensión sociológica haciendo uso para ello de entrevistas a docentes y reuniones de socialización; y la dimensión conceptual trabajando los bloques de contenido a través del diseño de mapas conceptuales. Como conclusiones se tiene la necesidad de elaborar manuales docentes de las asignaturas de manera de institucionalizar las estrategias y mejorar la comunicación entre docentes; y en cuanto a lo conceptual, específicamente al concepto de inequación, en el CI y en la Matemáticas I trabajar solo inequaciones simples, pues este representa un concepto nuevo y difícil; y en Cálculo I hay que trabajar el tema de forma más detallada por la necesidad del concepto en otros contenidos y asignaturas.

Palabras clave: currículo matemático, precálculo, cálculo.

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze the mathematics curriculum in the first period of the career of Architecture and Engineering, the latter including the Introductory Course (IC). To make the analysis considers the curricular dimensions raised by [1]: Conceptual dimensions and sociological dimension, cognitive dimension and formative dimension. This paper reports the sociological dimension by making use of interviews with teachers and socialization meetings; conceptual dimension and content blocks working through the design of concept maps. In conclusion there is the need to develop teaching manuals of the subjects in order to institutionalize the strategies and enhance communication between teachers; and as for the conceptual, specifically the concept of inequality in the IC and the Mathematics I work alone simple inequalities, as this represents a new and difficult concept; and Calculus I need to work on the issue in more detail the need for the concept and content in other subjects.

Keywords: mathematics curriculum, precalculus, calculus.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudiantes que ingresan a la Facultad de Ingeniería (FI) y a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) tienen un perfil matemático muy por debajo de lo deseable, pues no alcanzan el 50% de los conocimientos necesarios para tener éxito en un curso de cálculo [2]. Esto trae como consecuencia bajo rendimiento en la asignatura Cálculo I, lo cual ya ha sido reportado por [3]. En la FI desde hace más de 20 años se ofrece un Curso Introductorio (CI) para los estudiantes que presentan la prueba de ingreso y que están cerca de aprobarla, el cual dura un semestre y debe ser aprobado para ingresar como estudiante regular a la facultad. Los estudiantes que ingresan por este curso logran mejorar sus conocimientos para tener éxito en cálculo, sin embargo sus conocimientos apenas logran superar el 50% de los necesarios [2]. Por otra parte, al revisar el programa y los objetivos del primer curso de cálculo de la FI (Cálculo I) se puede apreciar que una parte importante de los contenidos son de precálculo, no de cálculo como tal, lo cual acarrea distintas dificultades como el rendimiento en el propio Cálculo I, y en Física I que se estudia en paralelo con Cálculo I y no puede usar conceptos de cálculo como el límite, la derivada y la integración porque los estudiantes no los manejan. Los conocimientos de precálculo a que nos referimos son específicamente los del conjunto de los números reales y los de funciones reales de variable real, los cuales se estudian en el área de matemática del Curso Introductorio. En este Curso también existe un área llamada Lenguaje y Métodos de Pensamiento que tiene como uno de sus objetivos analizar el proceso de solución de problemas, lo cual es un complemento para el estudio del área de matemática, pues resolver problemas es una de las estrategias de aprendizaje básica que un estudiante de ingeniería debe desarrollar, y un objetivo de la educación matemática, en general. Caso similar ocurre en la FAU, luego de hacer una revisión minuciosa del programa de Matemáticas I, se aprecia que al desarrollar el tema de funciones, pareciera que no importase los conocimientos previos que debe manejar el estudiante como lo son los números reales, las inequaciones, la teoría de conjuntos y ciertos preliminares en el tema de funciones. Sin menospreciar la información que los estudiantes ingresan a la universidad es posible que esto sea un factor que complique el buen desempeño y el éxito en Matemáticas I. Debido a lo anterior se plantea analizar el currículo del área de Matemáticas I de la FAU; y en el caso de la FI los de Matemática del CI y de Cálculo I, de manera de establecer un mejor puente entre ambos cursos.

Objetivo. El objetivo de este trabajo es hacer un análisis del currículo matemático de la asignatura Matemáticas I de la FAU y de las asignaturas Matemática del Curso Introductorio y Cálculo I de la FI de la UCV.

Marco teórico. En este trabajo se entiende por currículo al conjunto de prácticas educativas destinadas a que el estudiante logre los aprendizajes, de manera que más que estudiar los



elementos del currículo se estudiará las prácticas docentes y el significado que estas tienen en el contexto particular en que se realizan. Se parte de la idea de que el currículo lo construyen las personas, particularmente los docentes y los estudiantes, en su contexto escolar particular [4]. Para estudiar el currículo no basta con analizar programas de asignaturas, materiales instruccionales e instrumentos de evaluación, hay que analizar prácticas docentes, entendiéndose como tal la contextualización a la realidad institucional, la planificación, la cual es orientada por el programa y los materiales instruccionales, la significación que haga el docente de esos materiales, qué rol asuma y qué estrategias de enseñanza lleve a cabo, y la evaluación de las mismas prácticas [5]. De manera pues que analizar el currículo significa estudiar el contexto en que se llevan a cabo las prácticas docentes y los resultados que estas producen, es decir, los aprendizajes logrados por los estudiantes [6].

El análisis curricular abarcará todas las dimensiones del currículo señaladas por [1]: 1) La dimensión sociológica; esta dimensión analizará los aspectos claves de la institución escolar que influyen en el logro de los aprendizajes de los estudiantes, específicamente a lo referente a la programación docente y al rol de los preparadores, al diseño y utilización de materiales instruccionales y al uso de las TICs. 2) La dimensión cognitiva, centrada en el estudiante y su aprendizaje, y en los objetivos de aprendizaje de las áreas a estudiar. 3) La dimensión conceptual pues analizará y comparará los bloques de contenido de cada una de las áreas a estudiar. 4) La dimensión formativa centrada en el docente y sus métodos pedagógicos, además analizará el rol que el docente le otorga a la evaluación. Particularmente en este reporte se analizará la dimensión sociológica y la conceptual.

Dimensión sociológica. Los docentes de matemática del CI han sido cambiados constantemente en los últimos 4 años (2010-2013), han participado alrededor de 13 docentes en estos cuatro años, siendo del 2010 al 2012, cuatro secciones por semestre, y en el 2013 solo tres secciones. A parte de una de las autoras de este trabajo, quien en estos 4 años ha dictado esta área en 5 de los 8 semestres, solo dos docentes más han pasado dos semestres consecutivos dictando esta área. Generalmente estos docentes son contratados por emergencia docente, con una dedicación convencional (las 6 horas semanales que imparten clase en el Curso) y tienen poca o ninguna experiencia docente, algunos de ellos han sido preparadores en el mismo Departamento de Matemática Aplicada (DMA), y otros dictan clases en otras universidades. De manera que es difícil hacer un equipo de trabajo que pueda dedicar tiempo a la revisión y diseño de materiales instruccionales, es por ello que la asignatura es dictada con un libro de texto determinado.

Para el caso de Cálculo I, del 2011 al 2013 la coordinación estuvo a cargo de una sola persona y en general la coordinación de esta materia suele repetirse por lo menos dos semestres consecutivos y sólo se asigna a docentes de alta dedicación. Sin embargo, cuando se sucede el cambio de coordinador no se propicia la comunicación para darle seguimiento al trabajo realizado y/o discutir cuales son los posibles cambios que podrían hacerse para mejorar la gestión. Los



docentes que dictan la materia rotan anualmente pero siempre se intenta conservar docentes de alta dedicación y/o experiencia docente en los primeros semestres de la carrera, de manera que al menos 5 de las 10 a 12 secciones cuentan con la presencia de docentes de alta dedicación y/o suficiente experiencia docente; pero debido a la falta de personal, suelen haber más docentes de baja dedicación y con poca experiencia.

En la FI los preparadores, estudiantes de cuarto semestre aproximadamente (el requisito es tener 35 créditos aprobados del pensum de la carrera) trabajan con los estudiantes entre dos y cuatro horas a la semana, no poseen formación pedagógica, trabajan bajo la supervisión del docente (docentes contratados en su mayoría por emergencia docente como se dijo antes) y, en el caso de Cálculo I, no realizan evaluaciones. Su rol es atender las consultas de los estudiantes, hacer ejercicios y problemas con ellos; es común escuchar a los estudiantes pidiéndoles que resuelvan ejercicios tipo prueba parcial. Acerca de los materiales instruccionales, estos son libros de precálculo y de cálculo, problemarios y guías elaboradas por los docentes que imparten las asignaturas, de manera individual y sin la suficiente revisión por parte de todos los docentes de la asignatura. El uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) ha sido restringido, algunos docentes usan softwares, como el Graphmatica y el Geogebra; para graficar funciones, de manera de analizar los distintos aspectos de cada una de las funciones estudiadas.

Lo que a la FAU se refiere, existe poca rotación de docentes, ya que existen solo 8 secciones de Matemáticas I y 6 de Matemáticas II, y la mayoría de los docentes que dictan las asignaturas son de alta dedicación y con una amplia experiencia docente. Para nivelar a los estudiantes que ingresaban en el programa de Matemáticas I se incluyó el contenido de los números reales, la teoría de inecuaciones y la teoría de conjuntos, que en los texto de cálculo recomendados no aparecen, porque este tema tiene más que ver con aquellos conocimientos que se supone el estudiante debe traer de bachillerato; esto trajo como consecuencia que el programa quedara muy largo. En cuanto a los materiales instruccionales, se usan materiales de apoyo que generan los docentes y libros recomendados en la bibliografía, similar a lo que se hace en la FI. En cuanto a los preparadores es bastante difícil contar con estudiantes de semestres avanzados que participen por esas plazas; ya que los requisitos es tener aprobadas con una nota mayor a 15 puntos las matemáticas (I y II) y una cantidad de 53 créditos cursados y aprobados (1er ciclo), el trabajo de ellos se distribuye en 6 horas de asesorías, en las cuales 2 de ellas entran al curso con el profesor de la materia, para ir adquiriendo destrezas a la hora de realizar ejercicios y dominio de grupo, en cuanto a los ejercicios trabajados por los preparadores, son asignados por el docente. En cuanto al uso de TICs, algunos docentes usan sistemas avanzados de cálculo (calculadoras graficadoras) y algún software matemático para graficar funciones, de manera de analizar los distintos aspectos de cada una de ellas.

Dimensión conceptual. Los bloques de contenido para el caso de Matemática CI son: conjuntos numéricos, función afín, función cuadrática, función polinómica, función exponencial y



logarítmica, y función trigonométrica [7].

Lo bloques de contenido en el caso de Cálculo I son: propiedades de los números reales, funciones reales de variable real, funciones trascendentes, límite de funciones reales de variable real, continuidad de funciones reales, derivada de funciones reales de variable real, gráfica de funciones, aplicaciones a la derivada [8]. En la FAU los bloques de contenidos de Matemáticas I son similares a los de Cálculo I sin abarcar aplicaciones a la derivada.

METODOLOGÍA

La metodología con que se hará el estudio es cualitativa, específicamente etnográfica pues estará centrada en la contextualización que hacen las personas involucradas en el currículo, en sus interpretaciones, en sus prácticas y en sus decisiones educativas. Las dimensiones curriculares se estudiarán utilizando para ello los siguientes recursos:

- **Entrevistas y reuniones de socialización** con los docentes del primer semestre de la carreras, y con algunos de los que han dictado al asignatura de Matemática en el CI de la FI; de manera de identificar cómo interpretan los programas de las asignaturas y cómo lo utilizan, para abarcar la dimensión sociológica del currículo.
- Elaboración de **mapas conceptuales** por bloques de contenido de las asignaturas, tanto de la Matemática del CI como de Cálculo I, asignatura del primer semestre, para identificar semejanzas y diferencias, en cuanto al nivel de dificultad de los contenidos y objetivos en que coinciden, como necesidades de contenido en Matemática del CI. También se elaborarán los mapas por bloques de contenido de Matemáticas I de la FAU [9]. Los bloques de contenido se identificarán a partir de los programas oficiales de las asignaturas y se contrastará con el de los libros de textos, los problemarios y guías utilizadas por los docentes; esto para estudiar la dimensión conceptual.
- Análisis de los **materiales instruccionales** utilizados en las tres asignaturas para identificar objetivos de aprendizaje que persiguen y niveles de dificultad que abarcan, analizando así la dimensión sociológica. Entre los materiales instruccionales se encuentran libros de precálculo y de cálculo, problemarios y guías elaboradas por los docentes que imparten las asignaturas.

RESULTADOS PRELIMINARES

Como resultado se espera reconstruir el currículo matemático de Matemática del Curso Introductorio y de Cálculo I de la FI, de manera que haya un mejor puente curricular entre ambas



asignaturas. Y en el caso de Matemáticas I de la FAU, se espera mejorar el mismo para un mayor logro de los objetivos.

Luego de dos entrevistas realizadas a dos docentes del departamento de matemáticas aplicadas de la FI, una docente con aproximadamente 20 años de experiencia dictando ambas asignaturas objeto de este estudio, y un docente con solo unos 5 años de experiencia, y luego también de tres reuniones de socialización del programa de matemática del CI, los resultados encontrados hasta ahora son: .- Es necesario cambiar el enfoque de precálculo del programa de Matemática del CI a un enfoque de comprensión, aplicación y mayor análisis de los conocimientos de matemática del nivel medio general. Los cuales están basados en el estudio de los distintos conjuntos numéricos, en operaciones básicas y otras como la potenciación, la radicación y los logaritmos; en desarrollo de habilidades algebraicas para operar polinomios, expresiones trigonométricas y logarítmicas, resolver ecuaciones, inecuaciones y sistemas de ecuaciones. Todo esto con estrategias de enseñanza que promuevan un mayor análisis, el razonamiento deductivo y la resolución de problemas. .- Algunas de las características que se desea tenga un material instruccional utilizado en el CI son: 1. Una teoría estructurada necesaria para resolver los ejercicios y problemas (no debe ser un Problemario). 2. Ejercicios y problemas resueltos (tanto por el docente como por los propios estudiantes). 3. Ejercicios y problemas suficientes, de distinto nivel de dificultad y de distinta naturaleza (numérica, algebraica, gráfica y verbal) –no solo algebraicos-. 4. Tareas reflexivas, que exijan producción de esquemas, formularios, resolución de problemas, etc., para promover el desarrollo de estrategias de aprendizaje. En tal sentido algunas de las estrategias de aprendizaje que necesitan desarrollar los estudiantes para pasar al nivel universitario son: 1) Construir formularios sobre los conceptos básicos, basados en su propia comprensión de la teoría. 2) Construir esquemas con caracterización de funciones: dominio, rango, ecuación, gráfica; otros aspectos importantes. 3) Redactar protocolos de solución de: ecuaciones, inecuaciones y sistemas de ecuaciones, con sus propias palabras. 4) Relacionar Potenciación-Logaritmos-Radicación. 5) Desarrollar protocolos de solución de problemas, (revisar la relación entre verificación y actitud: mayor seguridad y menor ansiedad). Algunos libros tienen este tipo de información, mas es importante que el estudiante elabore sus propios productos, con sus propias palabras, ideas, esquemas y representaciones; de manera que el docente pueda hacer una evaluación formativa y continua de los aprendizajes. .- Es necesario que los estudiante mejoren su comprensión lectora de los textos de matemática, tanto de los enunciados de los problemas como de la teoría necesaria para resolver los problemas (conceptos, propiedades, fórmulas, etc.); aspecto que algunos docentes consideran como nulo (lectura de la parte teórica del libro de matemática), de manera que se propone trabajar análogamente a como se hace en la asignatura Lenguaje y Métodos de Pensamiento (LMP) del mismo CI, por objetivos de comprensión lectora, lo cual se describe en la Tabla N°1:



Tabla N°1. Comparación de objetivos de comprensión lectora en textos de Matemática y textos cualesquiera. Fuente. Elaboración propia.

Texto de matemática	Texto (LMP)
1.- Identificar <i>conocimientos previos</i> necesarios para resolver un ejercicio o problema (propiedades, reglas, protocolos, definiciones...).	Obtener DETALLES del texto
2.- Analizar un ejemplo, ejercicio o problema propuesto: identificar los datos, los <i>conocimientos previos</i> necesarios, la incógnita o el tipo de solución, hacer un plan de resolución.	Obtener la IDEAL PRINCIPAL del texto FORMULAR CONCLUSIONES O HACER INFERENCIAS a partir del texto
3.- Observar-reflexionar-analizar el proceso de solución de un ejercicio o problema resuelto (caso de ejemplos).	Obtener la IDEAL PRINCIPAL del texto
4.- Preparar un tema identificando y relacionando todos los <i>conceptos y procesos</i> del tema (redactar un Mapa Conceptual y un protocolo).	Obtener la IDEA GENERAL del texto

Luego del análisis del programa de Cálculo I y del contexto bajo el cual se trabaja en la FI los resultados encontrados hasta ahora son: -. es necesario diseñar un material que sirva de orientación para los docentes, dado que el programa es muy extenso ese material debe indicar en qué partes se requiere hacer mayor énfasis y cuáles pueden ser utilizadas con menor rigor, de esta manera se puede dar continuidad a lo beneficioso y se puede eliminar o cambiar el enfoque de algún contenido evitando repetidos ensayos y errores.

En el caso de la FAU, luego de la revisión del programa en Matemáticas I, se observó que los docentes hacen diferente énfasis en un tema, es por esta situación que se generó en el 2013 un seminario que se tituló “*Enseñanza de la matemática en la Escuela de Arquitectura*”, en el cual se acordó que la discusión tenía que ir más allá de los contenidos, y abarcar la evaluación y las estrategias de enseñanza, de manera que se discutieron los siguientes aspectos: según los autores, las consecuencias pedagógicas-educacionales, las consecuencias sociales, las aplicaciones pedagógicas y aplicaciones tecnológicas; esto con la finalidad de trabajar en forma coordinada y haciendo todos el mismo énfasis en cada tema. Es importante acotar que en cada tema del programa se está impulsando las aplicaciones y la modelación de manera que el estudiante presente mayor interés en la forma de aprender y por ende mejorar su participación en clases.

En cuanto a la dimensión conceptual, a continuación se presenta un mapa conceptual elaborado con el software Cmap, del tema de inecuaciones, el cual integra varios bloques de contenido iniciales (conjuntos numéricos, funciones lineales y cuadráticas) tanto en el área de Matemática del CI como en Cálculo I y Matemáticas I:

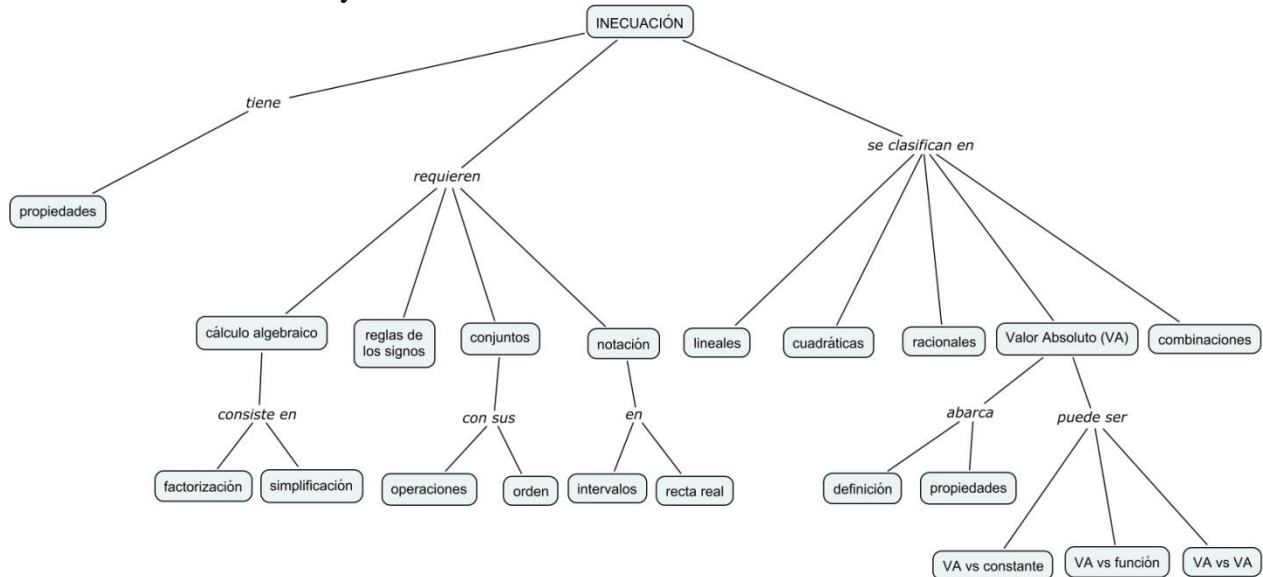


Figura 1. Mapa conceptual Inecuaciones

Después de discutir los alcances de los cursos de Matemática del CI y de Cálculo I con respecto a este tema, se concluye que en el CI basta con trabajar las inecuaciones lineales, cuadráticas, racionales y con valor absoluto simples (no combinaciones de ellas) ya que este es un tema que, en primer lugar, requiere de muchos conocimientos previos (como se observa en el mapa) lo cual lo hace difícil, y además es un tema en que la mayoría de los estudiantes fallan en las pruebas diagnósticas, de donde se infiere que es un tema poco estudiado en la Educación Media. Por otra parte, en el CI el tema ha sido trabajado analíticamente, no se discute geoméricamente, para delimitar regiones en el plano como se hace en Cálculo I. Tanto en la FAU como en la FI se trabaja este tema en tres momentos: - el preliminar, donde se discuten las propiedades y todos los conocimientos previos, - cuando se discute el dominio de funciones, - con la geometría analítica, específicamente en el tema de las cónicas. No se trabaja inecuaciones combinadas, por ejemplo comparando valores absolutos, ya que igual que en la FI, este es un tema difícil para los estudiantes nuevos.



CONCLUSIONES

En conclusión para la FI el área de Matemática del Curso Introductorio y Cálculo I necesitan una reestructuración desde el punto de vista de su objetivo general, el cual, para el caso de Matemáticas del CI, esté centrado en comprensión, aplicación y análisis de conocimientos del nivel medio general, con un enfoque más centrado en las estrategias de aprendizaje del estudiante; y para ello es necesario que la FI diseñe un material instruccional especial donde incorpore el trabajo de los estudiantes. Y para el caso de Cálculo I más centrado en lo que realmente son los contenidos de un primer curso de cálculo como son límites y derivadas, de manera que los estudiantes puedan tener un mejor desempeño en los siguientes cursos de cálculo. Para Matemáticas I se modificaron los énfasis de cada tema y se agregaron aplicaciones y modelaciones para cada bloque de contenido. Y por otra parte, debido a las dificultades de la programación de docentes, se sugiere que se elabore un manual docente donde se explique detalladamente las estrategias de enseñanza centradas en el aprendizaje de los estudiantes, para el uso de los docentes nuevos y de los preparadores, tanto en Matemática del CI como en Cálculo I y Matemáticas I de la FAU, de manera de institucionalizar las mejores estrategias de enseñanza para los estudiantes que se reciben en la facultad y para contribuir a una mejor comunicación entre los docentes de la asignatura y con los preparadores.

Esta investigación se lleva a cabo con apoyo financiero del CDCH UCV a través del Proyecto de Grupo código PG 08-8823-2013/1

REFERENCIAS

- [1] Rico, L. (1997). *Bases teóricas del currículo de matemáticas en Educación Secundaria*. Madrid: Síntesis.
- [2] Serres, Y., González, G. (2012). *Perfil matemático de ingreso de estudiantes de ingeniería de la UCV*. Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería (JIFI 2012). Recuperado el 24 de julio de 2014 de: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/4386>.
- [3] Amaro de Chacín, R.; Cadenas, M.; Altuve, J. (2008). Diagnóstico de los factores asociados a la práctica pedagógica desde la perspectiva del docente y los estudiantes. *Revista de Pedagogía*. 29(85), 215-244.
- [4] Grundy, S. (1998). *Producto o praxis del currículum*. Madrid: Morata.
- [5] Serres, Y. (2007). *El rol de las prácticas en la formación de docentes de matemática*. Tesis doctoral no publicada. CICATA-IPN. México. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/4384>.
- [6] Gimeno Sacristán, J. (1998). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.



- [7] Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. (2013a). Programa de Matemática del Curso Introdutorio. Disponible en: <https://sites.google.com/site/cursointrodutoriofiucv/>
- [8] Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. (2013b). Programa de Cálculo I. Disponible en: www.ing.ucv.ve/ciclobasico/dma/calculoI
- [9] Pro Bueno, A., Jaén, M. (2004). *Mapas conceptuales: una herramienta para el análisis del currículum*. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping.