

REFLEXIONES SOBRE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE Y EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO PARA INGENIERÍA

REFLECTIONS ON LEARNING STYLES AND CALCULUS LEARNING IN ENGINEERING MAJORS

José Ángel García Retana¹

Resumen: Cada estudiante posee un estilo de aprendizaje predominante, que el docente lo conozca puede contribuir para que sus estudiantes logren alcanzar un mayor nivel de aprendizaje. Este aprendizaje se ve influido por las características cognitivas de las disciplinas y, como es el caso de las matemáticas y del cálculo, estas no están claramente delimitadas. Para los estudiantes de Ingeniería, el cálculo juega un papel fundamental en su formación profesional, de modo que es importante considerar los aspectos cognitivos del aprendizaje de las matemáticas y el papel que juegan los estilos de aprendizaje. Por lo anterior, el presente ensayo es el resultado de una exhaustiva revisión bibliográfica sobre este tema, a partir de la propuesta planteada por Honey-Alonso sobre la existencia de cuatro estilos de aprendizaje, a saber: activo, reflexivo, teórico y pragmático, se considera su impacto en el aprendizaje del cálculo para Ingeniería.

Palabras clave: ESTILOS DE APRENDIZAJE, ENSEÑANZA DEL CÁLCULO, COGNICIÓN, INGENIERÍA, EDUCACIÓN SUPERIOR

Abstract: Each student has a dominant learning style. If the teacher knows his / her students' learning styles, this knowledge can contribute to students' greater achievements. The learning is influenced by the cognitive characteristics of the disciplines, which is the case of subject matters such as mathematics and calculus, which are not clearly defined. For engineering students, calculus plays a major role in their professional training, so it is important to consider the cognitive aspects of learning mathematics and the role of learning styles. Therefore, this article is the result of an extensive literature review on this subject, from the proposal by Honey-Alonso on the existence of four learning styles, namely active, reflective, theoretical and pragmatic, and their impact on learning calculus in the field of engineering.

Keywords: LEARNING STYLES, TEACHING OF CALCULUS, COGNITION, ENGINEERING, HIGHER EDUCATION

¹ Profesor en Secundaria y en la Universidad de Costa Rica, Sede Guanacaste. Licenciado en la Enseñanza de la Matemática, Universidad de Costa Rica.

Dirección electrónica: jose.garcia@ucr.ac.cr

Artículo recibido: 27 de agosto, 2012

Aprobado: 10 de diciembre, 2012

Introducción

La elaboración del presente ensayo se basa en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre posibles dificultades de aprendizaje del cálculo para estudiantes que estudian carreras no propias del área de las matemáticas, sino propias de la Ingeniería, y su relación con sus estilos de aprendizaje; aspectos que se ven afectados por las características cognitivas requeridas para el aprendizaje de las matemáticas, el objetivo del quehacer de la ingeniería y el papel que juega el docente, articulados a partir del constructo teórico denominado "estilos de aprendizaje" con base en la propuesta de Honey-Alonso.

El aprendizaje del cálculo para Ingeniería debería abordarse partiendo de la imperativa necesidad del desarrollo de profesionales en un mundo, donde cada vez más escasean los recursos naturales, lo que demanda imaginación, creatividad y competencia para el mejor aprovechamiento de los que aún quedan, situación que, en gran medida, les corresponderá a los ingenieros resolver.

Se parte de que la formación de ingenieros demanda un considerable aprendizaje de las matemáticas que contribuyan a resolver problemas de orden técnico, tecnológico, pero sobre todo práctico. Es decir, las matemáticas que requiere un ingeniero deben constituir recursos, herramientas y/o instrumentos capaces de lograr la optimización en el uso de los recursos que la Humanidad posee y requiere para su desarrollo. Comprender y actuar en este sentido es vital para quien enseña matemáticas; sin embargo, esto se dificulta cuando las matemáticas se enseñan en calidad de conceptos abstractos y etéreos, descontextualizados, caracterizados por constituir una colección de fórmulas algebraicas, cuya única razón de ser es ser ellas mismas, tal y como, en general, ha sucedido desde mediados del siglo XX.

Investigaciones realizadas, entre otros por Artigue (1995), Salinas y Alanís (2009), en torno al aprendizaje del cálculo para Ingeniería evidencian la necesidad de un cambio de rumbo en el proceso de aprendizaje/enseñanza de las matemáticas, en general, y particularmente de esta área, que tome en cuenta las características individuales de los estudiantes, que se manifiestan a través de sus estilos de aprendizaje como parte inherente a su personalidad.

Estilos cognitivos y estilos de aprendizaje

El aprendizaje es un proceso complejo que involucra un gran número de factores. Es un acto personal e individual que permite al aprendiz transformar la información que recibe desde el entorno en conocimiento, entendido este como la inserción introspectiva de la información, con un carácter significativo en sus estructuras mentales.

Al respecto, Cotton (1989, citado por Cantú, 2003), indica que el aprendizaje consiste en un proceso de adquisición de nuevos conocimientos y habilidades y que, para que los puedan ser calificados como aprendizaje, en lugar de una simple retención pasajera deben implicar una retención del conocimiento o habilidad de manera tal que se pueda manifestar posteriormente. De aquí que el aprendizaje pueda considerarse como el resultado de la integración de nueva información en las estructuras mentales del individuo, que inicialmente no estaban ligadas entre sí, formando una nueva estructura que permite procesar más información (De Natale, 1990, citado por Saldaña, 2010).

De esta manera, el que la información se convierta en conocimiento depende de las características, motivaciones, e intereses del aprendiz, de ahí que una información en particular se pueda convertir en conocimiento para un sujeto y no así para otro. Este proceso de convertir información en conocimiento se desarrolla a partir de lo que se denomina "el estilo cognitivo", que no debe confundirse con lo que se denominará más adelante como "estilo de aprendizaje". El estilo cognitivo y el estilo de aprendizaje son dos conceptos diferentes (Therer, 1998).

El concepto de "estilo cognitivo" ha sido planteado por múltiples autores desde la década de los años de 1950 con el advenimiento de la psicología cognitiva y, desde distintos puntos de vista, mostrándose diferencias significativas entre unos y otros.

En ese sentido, y según Hederich (2004) para algunos autores como Stephen Klein, Herman Witkin y Nathan Kogan, el estilo cognitivo es personal e individual y, de alguna manera, tiene que ver con la organización y el control de la atención, el impulso, el pensamiento y el comportamiento; para otros, como Elizabeth Cohen, David Kolb y Rita y Kenneth Dunn, el estilo cognitivo debe ser considerado como el modo característico y auto consistente de la cognición, que manifiesta el carácter volitivo del sujeto, así como sus preferencias con respecto a la organización y conceptualización de la información, aspectos que permiten un tránsito hacia el concepto de estilos de aprendizaje.

De la Barrera, Donolo, y Rinaudo (2010) indican que el estilo cognitivo probablemente tiene una base psicológica, en tanto para Hederich (2004), los estilos cognitivos se conciben como una dimensión psicológica, multipolar, diferente de la aptitud, y se caracteriza por ser un modo de procesar la información; en tanto que para Gallego y Alonso (2008), el estilo cognitivo está ligado a la fisiología, por lo que no varía a lo largo de los años, lo cual hace que tienda a ser estable y consistente en el tiempo (Chevrier, Fortin, Théberge y Leblanc, 2000).

A diferencia de los estilos cognitivos, las estrategias de aprendizaje se consideran como los modos a través de los cuales el individuo puede aprender y desarrollar distintas maneras con las cuales enfrentar y solucionar problemas (Chevrier y otros, 2000), de manera tal que están más relacionados con factores personales como las actitudes, las habilidades y las intenciones, reflejando, así, cierto nivel de consciencia y voluntad.

Los estilos cognitivos, los estilos de aprendizaje y las estrategias de aprendizaje se encuentran indisolublemente ligados, al punto de que en muchas ocasiones son confundidos en la labor educativa. Sin embargo, los estilos de aprendizaje se pueden considerar como un subconjunto propio, característico y distinto de los estilos cognitivos que poseen los individuos, los cuales reflejan las características de la forma individual y preferente que manifiesta un individuo cuando aprende (De la Barrera y otros, 2010), de aquí que Rieben (2000) los considere como las preferencias que manifiestan los individuos cuando recurren a uno u otro proceso para resolver problemas o actuar sobre el entorno.

Por su parte, Popescu (2008) también considera que el estilo de aprendizaje tiene que ver con la preferencia mostrada por el educando para abordar un aprendizaje, y agrega que los estilos de aprendizaje no necesariamente reflejan todas las capacidades cognitivas e intelectuales del individuo. Para De Lièvre, Temperman, Cambier, Decamps y Depover (2009), el estilo de aprendizaje corresponde a la manera dominante de aprender que manifiesta el educando, pero que no es la única que posee; y Grasha (2002) plantea que los estilos de aprendizaje reflejan las disposiciones personales que influyen o influyen en la habilidad del estudiante para tener acceso a la información.

Las consideraciones de los autores citados presentan, implícitamente, coincidencias con respecto a los estilos de aprendizaje al considerarlos como rasgos preferentes o dominantes, pero no únicos o exclusivos, lo que deja abierta la posibilidad de que el sujeto pueda desarrollar estilos de aprendizaje distintos a los que manifiesta usualmente, según las

circunstancias o demandas del contexto donde se ubique; por su parte, los estilos de aprendizaje contribuyen a que el individuo pueda desarrollar estrategias específicas para procesar información, para transformarla en conocimiento de una manera eficaz y eficiente, reflejando así sus estilos cognitivos, donde estos, a pesar de tender a ser estables, pueden ser influidos desde el exterior.

Dado que los estilos de aprendizaje tienden a ser más flexibles e influenciables que los estilos cognitivos, el que los docentes logren diagnosticar el estilo predominante que presenta cada estudiante, les puede posibilitar el conocer las fortalezas y las debilidades de los educandos en su proceso de aprendizaje, contribuyendo de esta manera a aumentar el poder de dicho proceso, y a conseguir que los educandos logren el máximo provecho de las experiencias de aprendizaje (Kolb, 1999, citado por Popescu, 2008).

En razón de lo anterior, Nevot (2001) sugiere que cuando un estudiante presenta un estilo de aprendizaje determinado, y este es reconocido por el profesor, es posible apoyarlo para que aprenda mejor, pero que, además, es posible desarrollarlo y fortalecerlo, aspecto que, a su vez, permite y ayuda al docente a trabajar en la dirección de un acto pedagógico que respete la individualidad del educando.

Con respecto a las diversas propuestas sobre los estilos de aprendizaje, Popescu (2008) presenta un trabajo de síntesis a través de una lista de los distintos modelos que sobre los estilos de aprendizaje se han propuesto desde 1985, así como las características más destacadas de los modelos de Herrmans (Whole Brain Model, 1996); Felder-Silverman (Learning Style Model, 1988); Kolb (Learning Style Model, 1999) y Honey-Mumford (2000), quienes plantean una modificación al modelo de Kolb, que luego sería adaptado al contexto español por Alonso (2005, citado por Gallego y Alonso, 2008), y que pasaría a ser ampliamente difundido en toda Iberoamérica.

Según Aguirre (2007), en razón de que el aprendizaje tiene que ver con la forma en cómo el individuo responde al entorno, y que el estilo de aprendizaje se relaciona con los mecanismos sobre cómo el individuo procesa la información, no tiene sentido plantearse el carácter correcto o incorrecto del estilo de aprendizaje. Este aspecto es imprescindible tomarlo en cuenta en la labor docente, no solo en términos del discurso, sino en hechos concretos, particularmente porque los docentes enfrentan una de las problemáticas más significativas del sistema educativo, la masificación escolar, donde se puede tender a

privilegiar unos estilos de aprendizaje con respecto a otros, por razones de economía laboral.

En el caso del cálculo, dado que la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas se plantearon desde mediados del siglo XX dentro de un modelo esencialmente formal y teórico, producto de una reforma internacional de la enseñanza de las matemáticas (Ruiz, Mora y Chavarría, 2003), su enseñanza se centró más en definiciones y en su fundamentación teórica, lo que llevó a una enseñanza formalista totalmente deductiva, abstracta, ligada a la teoría de conjuntos y el simbolismo, lo que orientó, entre otras cosas, a la sustitución de la geometría euclidiana, a cambio de la introducción de las estructuras algebraicas y de sistemas axiomatizados, posibilitando la algebrización del cálculo entre otros campos de las matemáticas (Artigue, 1995).

Lo anterior permitió un trato homogenizado y masivo con respecto a los contenidos curriculares, independiente del nivel escolar e inclusive, en el caso universitario, independientemente de las carreras profesionales, donde el individuo y sus características personales se desconocen o se ignoran, tendiendo de manera implícita a privilegiar determinados estilos de aprendizaje. Cabe destacar que, en muchas ocasiones, -probablemente más de las que se quisieran- es posible encontrar docentes que no son conscientes de lo que está sucediendo, lo que podría ser un indicativo de falta de claridad del contexto donde implementan su acto pedagógico.

Los estilos de aprendizaje desde la perspectiva de Honey-Alonso

Los estilos de aprendizaje juegan un rol sumamente importante en el aprendizaje de las personas, ya que tienen que ver con las características personales que se ponen en marcha a la hora de aprender (Popescu, 2008). Tales características incluyen, entre otros aspectos, las estrategias de aprendizaje, aspectos cognitivos y afectivos, factores psicológicos y ambientales, así como las preferencias en cuanto a cómo organizar, manipular y presentar la información.

Para Rodríguez (2006), en los estilos de aprendizaje se combinan una serie de factores fisiológicos, de personalidad, experiencias previas, motivacionales, los canales preferidos de comunicación y el grado de dominio de uno de los hemisferios cerebrales, que hacen que el estilo de aprendizaje sea totalmente personalizado e irrepetible.

Por lo anterior, muchos investigadores han planteado que las personas presentan tendencias o preferencias, de modo que dependiendo del contexto y de las necesidades del sujeto, este puede utilizar determinados estilos en circunstancias específicas, aunque a tales estilos no se le reconozcan como sus preferidos. De hecho, Mainemelis, Charalampos, Richard, Boyatzis y Kolb (2002, citado por Aouni y Surlemont, 2007, pág. 17) indican que: "Une nouvelle vision suggère, en effet, une approche plus complexe de l'apprentissage expérientiel qui suppose que les individus passeraient d'un style d'apprentissage à un autre en fonction du contexte et du contenu de ce qui est expérimenté".

Considerando estos aspectos, y dependiendo del enfoque de los analistas, se han generado distintas teorías basadas en el número y tipo de descriptores que incluyen, lo que ha llevado a que los estilos de aprendizaje se pueden clasificar en diversas categorías, ya sea que se enfoquen en la personalidad, en los modos de procesamiento de la información, en la interacción social, en el modo de instrucción que se recibe, etc. Algunos se basan en principios de dualidad de opuestos, como en el caso de Felder y Silverman (1988, citado por Figueroa, Cataldi, Méndez, Rendón, Costa, Salgueiro y Lage, 2005, p. 16), quienes plantean las siguientes parejas:

Sensitivos (concretos, prácticos, orientados hacia los hechos y los procedimientos) o intuitivos (conceptuales, innovadores, orientados hacia las teorías).

Visuales (prefieren la presentación visual del material tal como películas, cuadros, o diagramas de flujo) o verbales (prefieren las explicaciones escritas o habladas).

Inductivos (prefieren la información que deviene desde lo específico hacia lo general) o deductivos (prefieren la información que deviene desde lo general hacia lo específico).

Activos (aprenden manipulando las cosas y trabajando con otros) o reflexivos (aprenden pensando acerca de las cosas y trabajando solos).

Secuenciales (aprenden poco a poco en forma ordenada) o globales (aprenden de forma holística).

Estos elementos los percibimos considerados y condensados, en la propuesta de Kolb (1976, citado por Gallego y Alonso, 2008), quien propuso los estilos de aprendizaje basados en la incorporación de la transferencia de la experiencia en su Learning Style Inventory (LSI) clasificando los estilos de aprendizaje en cuatro tipos: experimentación concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa.

El modelo de Kolb fue enriquecido inicialmente por Honey y Mumford (1986 y 1992 citados por Gallego y Alonso, 2008), quienes utilizando el mismo esquema conceptual construyeron el Learning Style Questionnaire (LSQ) y definieron los estilos denominados reflexivo, teórico, activo y pragmático. Por su parte, Alonso, Gallego y Honey (2005, citado por Gallego y Alonso 2008), partiendo de lo anterior, plantearon el Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA), adaptando al castellano el LSQ, que ha tenido una amplia difusión en Iberoamérica.

La importancia del CHAEA se basa en un estudio realizado por Vivas (2002, citado por Rodríguez, 2006, pág. 121), donde se utilizó este instrumento para diagnosticar los estilos de aprendizaje, y concluyó que: "éstos constituyen las conductas más abarcadoras del sujeto ante la situación de aprendizaje". Según Herrera (2009, págs. 47-48) y Alonso y Gallego (2010, página oficial de CHAEA), los cuatro estilos de aprendizaje de Honey-Alonso se pueden describir de la siguiente manera:

Tabla N.º 1
Los estilos de aprendizaje según Honey-Alonso

Estilo	Descripción	Características Fundamentales
Activo	Las personas que poseen predominantemente este estilo se implican plenamente y sin prejuicios en las experiencias nuevas; son de mente abierta, entusiastas y para nada escépticos; crecen ante los desafíos, son personas de grupo y centran a su alrededor todas las actividades.	Animador Improvisador Descubridor Arriesgado Espontáneo
Reflexivo	Consideran las experiencias y las observan desde distintas perspectivas. Reúnen datos y los analizan con bastante detalle antes de llegar a una conclusión; son prudentes. Disfrutan observando y escuchando a los demás y no se involucran hasta que se hayan apropiado de la situación.	Ponderado Conienzudo Receptivo Analítico Exhaustivo
Teórico	Enfocan los problemas de manera vertical escalonada, por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas. Son profundos en su sistema de pensamiento. Les gusta analizar y sintetizar. Buscan la racionalidad y la objetividad. Para ellos, si es lógico es bueno.	Metódico Lógico Crítico Estructurado
Pragmático	Su punto fuerte es la aplicación práctica de las ideas. Descubren lo positivo de las ideas y apenas pueden las experimentan. Actúan rápidamente ante aquellos proyectos que les atraen. Se impacientan con las personas que teorizan.	Experimentador Práctico Directo Eficaz Realista

Fuente: Elaboración propia

Al considerar que las sociedades occidentales, en su calidad de herederas de la cultura griega, han privilegiado por mucho tiempo el modo de pensar lógico deductivo como mecanismo que refleja lo que se denomina razonamiento correcto, así como el racionalismo

cartesiano, ha llevado a que los estilos de aprendizaje Teórico y Reflexivo se constituyan en los referentes ideales del aprendizaje.

Con base en el marco anterior, si se considera, además, el carácter patriarcal de la sociedad occidental, es posible proponer una explicación plausible sobre por qué estos estilos se han considerado como los estilos a aspirar por parte de los varones (Keast, 1999), lo que ha generado un proceso de aprendizaje ligado a un modelo educativo que estimula positivamente a los varones, dejando en desventaja a las mujeres, constituyéndose en un posible indicio sobre por qué, en tales sociedades, la proporción de mujeres que estudian ingeniería, con respecto al número de hombres, es muy pequeña.

Los estilos de aprendizaje y su relación con los estilos de enseñanza

En el presente ensayo se considera al aprendizaje escolar como una actividad constructiva que realiza el estudiante para lograr conocer y asimilar objetos de conocimiento, determinados por los contenidos escolares, mediante una permanente interacción con los mismos, de manera tal que pueda descubrir sus diferentes características, hasta lograr darles el significado que se les atribuye culturalmente (García, Escalante, Fernández, Escandón, Mustri y Puga, 2000), promoviendo con ello un cambio adaptativo (Therer, 1998).

En términos del discurso institucional, los procesos de aprendizaje, en tanto se desarrollan en instituciones educativas e independientemente de su nivel, demandan promover en el educando habilidades cognitivas que permitan un aprendizaje autónomo y permanente que pueda ser utilizado en situaciones y problemas más generales y significativos y no solo en el ámbito escolar (Secretaría de Educación Pública, México, 1993; Hernández y Sancho, 1993, Resnick y Klopfer, 199, citados por García y otros, 2000).

De lo anterior se deduce que el aprendizaje escolar solo puede darse con la presencia del docente, cuyo papel se vuelve trascendental, ya que "la intervención del profesor es una ayuda insustituible en el proceso de construcción de conocimientos por parte del alumno, es decir, sin la ayuda del maestro es muy probable que los alumnos no alcancen determinados objetivos educativos" (García y otros, 2000, p. 16), por lo que es plausible considerar que el proceso de aprendizaje-enseñanza dentro de las instituciones educativas debe ser conceptualizado sobre la base de la presencia de estos dos actores.

De igual manera, durante muchos años se habló del proceso de enseñanza-aprendizaje aduciendo que ambos aspectos constituían elementos inseparables; sin

embargo, esta interpretación es cuestionable, particularmente con el advenimiento de la Sociedad del Conocimiento gracias al desarrollo y avance de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), de manera tal que el contexto actual perfila una diferencia sustancial entre enseñanza-aprendizaje y aprendizaje-enseñanza. Esta relación de términos no es indistinta, sino que refleja implícitos conceptuales de primer orden, puesto que si la primera palabra corresponde a un antecedente, la segunda se referirá a su consecuente.

Así, el plantear enseñanza-aprendizaje implicará que el modelo educativo se centra en la enseñanza, de modo que se debe basar en una buena planificación y una excelente didáctica, en consecuencia, el acto pedagógico depende, fundamentalmente, del quehacer del docente, donde la labor de los educandos se caracterizará por ser el resultado de dicho quehacer, aspecto que puede caer con facilidad en una educación de tipo bancario tal y como lo plantea Freire (2004).

Asimismo, cuando se plantea el proceso desde la perspectiva del aprendizaje-enseñanza, el aprendizaje marcaría el derrotero del acto pedagógico y, por lo tanto, el proceso de enseñanza quedaría subordinado a éste, lo que implica que el docente, previo a su desempeño como enseñante, debería determinar y conocer cómo aprenden sus estudiantes, de manera que conocer el estilo de aprendizaje de los estudiantes se convierte en una necesidad vital.

En efecto, para Therer (1998), solo conociendo cómo aprenden los estudiantes es que el esfuerzo de la enseñanza podría tener algún efecto positivo, ya que el docente es más que un mero transmisor de información, cuyo papel fundamental es crear espacios y gestionar las condiciones que posibiliten organizar las situaciones de aprendizaje.

En este marco conceptual es imprescindible que el docente esté consciente de que así como no existe un estilo de aprendizaje mejor que otro, tampoco existe un estilo de enseñanza que sea mejor que los demás, y que el estilo de enseñanza debería depender de al menos cuatro factores: a) la motivación de los estudiantes, b) sus capacidades cognitivas, c) sus estilos de aprendizaje, y d) los objetivos curriculares a desarrollar.

Al respecto, Amado, Brito y Pérez (2007), reafirman lo anterior al considerar que el aprendizaje depende de la influencia del profesor, del dominio en su disciplina, del ámbito de sus competencias, del modelo didáctico que implemente, pero particularmente de su estilo de enseñanza. Esto significa que en la interacción educando-educador ambos partícipes

presentan estilos propios frente al acto educativo, los estudiantes su estilo de aprendizaje y los docentes su estilo de enseñanza.

Según Felder (1990) y Pérez (1995), citados por Amado y otras (2007), si el profesor logra hacer compatible su estilo de enseñanza con el estilo de aprendizaje de los estudiantes, probablemente el rendimiento académico de estos será mayor, de ahí que sea sumamente importante acomodar las diferencias entre los estilos de enseñanza del profesor y los de aprendizaje de los estudiantes; de no lograrse, las diferencias entre los correspondientes estilos se constituyen a menudo en fuentes de conflicto, tensión y malos entendidos (Grasha, 2002); evidentemente, le corresponde al docente evitar esta situación.

De esta manera, el estilo de aprendizaje del profesor repercute en su manera de enseñar, ya que frecuentemente tiende a enseñar como a él le gustaría aprender (Gallego y Nevot, 2008), lo que justifica la consideración de que debe ser el docente quien debe informarse sobre los estilos de aprendizaje de sus estudiantes y aprovechar que estos son relativamente modificables, según el contexto, para poder convertir su trabajo en un esfuerzo efectivo.

El que los docentes ignoren los estilos de aprendizaje de los estudiantes resulta tan perjudicial como el no dominar la disciplina que se enseña o no contar con las técnicas y estrategias didácticas que motiven a los estudiantes (Bonilla, 1998) y es, a su vez, posible que esta falla produzca apatía, desinterés, reduzca la efectividad del planeamiento didáctico y que las estrategias metodológicas se vuelvan intuitivas y/o accidentales.

Es claro, entonces, que el conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, puede ayudar al profesor a organizar de manera más eficaz y eficiente el proceso de aprendizaje-enseñanza a implementar (Thompson y Aveleyra, 2004), y posibilita atender a los estudiantes de manera más personal, guiándolos en el contexto del aprendizaje. Solo así el profesor realmente puede contribuir a que los estudiantes se conviertan en los constructores de sus propios aprendizajes (Thompson y Mazcasine, 2000) "de manera tal que si los profesores (particularmente los de matemáticas) cambiaran sus estrategias de enseñanza y las acomodaran a los estilos de aprendizaje de los estudiantes, es muy probable que disminuya el número de estudiantes que fracasan en la escuela" (Dunn y Dunn, 1984, citado por Gallego y Nevot, 2008).

Esto lleva a considerar que los niveles de éxito y/o fracaso, por parte de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas, podrían estar asociados con la

concordancia/discrepancia entre los estilos de aprender/enseñar, que se dan entre los estudiantes y los docentes, y no exclusivamente a las usuales debilidades que se apuntan en direcciones únicas, como estudiantes con bajos niveles de conocimiento, motivación o interés, ausencia de conocimientos previos significativos, o bien, profesores incapaces de lograr una comunicación efectiva.

Desde el planteamiento de Dunn y Dunn (1984, citado por Gallego y Nevot, 2008) surge entonces la siguiente pregunta: ¿Y si en efecto los profesores de matemáticas lograran determinar los estilos de aprendizaje, tanto propio como de los estudiantes a su cargo y cambiaran sus estrategias de enseñanza para acomodarlas en razón de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, particularmente aquellos que han tenido un bajo rendimiento académico, se podría disminuir la cantidad de estudiantes que enfrentan problemas con el aprendizaje de las matemáticas?

Al respecto, Santaolalla (2009, p. 11) brinda elementos que se pueden responder a la pregunta anterior, cuando indica que "el bajo rendimiento escolar en matemáticas por parte del alumnado, no se debe tanto al carácter abstracto de las matemáticas, sino a las prácticas de enseñanza que se han empleado en las clases de matemáticas", y agrega que,

el modelo didáctico, basado en la pizarra, los apuntes, los libros de texto y la exposición magistral, hacen que el profesor, de manera consciente o no, tienda a favorecer a los estudiantes, cuyo estilo de aprendizaje es preferentemente teórico y reflexivo, quienes, como consecuencia de esto son los que logran los mejores rendimientos escolares.

Para superar esto, es claro que el docente debe tomar consciencia de lo que realmente hace al realizar su acto pedagógico; pero, sobre todo, reconocer las diferencias con y entre sus estudiantes, así como que probablemente muchos de ellos no poseen el estilo de aprendizaje que es preferido por él, de manera tal que sería conveniente diseñar e implementar actividades y experiencias de aprendizaje que se correspondan a los estilos de aprendizaje de los estudiantes (Thompson y Mazcasine, 2000).

Algunos aspectos cognitivos del aprendizaje de las matemáticas

En la actualidad, se considera a las matemáticas como una de las disciplinas más importantes para el desarrollo cognitivo e intelectual de los educandos, particularmente de

sus capacidades de exploración, justificación, representación, discusión, descripción, investigación y predicción (Idris, 2009), allende el análisis que las mismas posibilitan, por cuanto potencian poder organizar y estructurar la información que se percibe o recibe en una situación cotidiana o creada intelectualmente, así como identificar los aspectos más relevantes, descubrir regularidades, relaciones y estructuras, permitiendo hacer conjeturas e inferencias a partir de proposiciones elementales, potenciando la capacidad para generalizar resultados a partir de comportamientos constantes, así como lograr demostraciones (Guevara, 2000).

Si esta percepción de las matemáticas se pierde o se traslada a niveles de abstracción ajenas al contexto o se desvincula de la vida cotidiana particularmente en el caso de la ingeniería, es posible que se genere un desconocimiento del qué es hacer matemática, por qué y para qué se deben abordar determinados contenidos, en particular, y no otros, y qué papel juegan estos en dicha disciplina, lo que lleva a muchos estudiantes a no tener claro por qué estudiar matemáticas, aspecto que demerita la motivación hacia esta ciencia (Camarena, 2010a).

Para llegar a comprender, de la mejor manera, el papel que las matemáticas juegan (y particularmente el cálculo) en la formación de los ingenieros, es importante considerar tanto algunos de los aspectos cognitivos de su aprendizaje y relación con el perfil del quehacer de la Ingeniería, como los estilos de aprendizaje que se ven potenciados por dicho perfil.

En el caso del aprendizaje de las matemáticas algunos de los aspectos cognitivos más importantes considerados incluyen las operaciones mentales de comparar, sintetizar y analizar, aspectos que posibilitan la codificación e incorporación de nuevos conocimientos a las estructuras mentales del individuo en calidad de representaciones mentales (Zúñiga, 2007). Particularmente, la representación mental es extraordinariamente compleja en el caso del aprendizaje de las matemáticas (Duval, 2006).

Para Malva, Rogiano, Roldán y Banchik, (2008) la palabra cognición tiene que ver con las actividades que realiza el aprendiz, al conocer, recoger información y utilizar el conocimiento, por lo que todo aquello que involucre percepción, memoria, pensamiento es parte de la cognición, criterios que son parte importante del aprendizaje de las matemáticas, porque constituyen habilidades cognitivas que posibilitan operaciones y procesamientos de la información por parte del educando para adquirir, retener y recuperar diferentes tipos de conocimientos, lo que supone, en el caso de las matemáticas, definir, demostrar, identificar,

interpretar, codificar, recodificar, graficar, algoritmizar, calcular, modelar, comparar, resolver, aproximar y optimizar, entre otras actividades.

Sin embargo, para que lo anterior se produzca, según Duval (2006), se requiere que el individuo logre desarrollar la capacidad de "representación", que, en términos generales, puede ser de dos tipos: visual y semiótica, lo que implica una extraordinaria complejidad cognitiva, ya que estas dos formas de representación no solo son muy diferentes, sino que implican transformaciones distintas.

Así, el proceso del pensamiento matemático demanda la transformación de una a otra de esas dos posibles representaciones; sin embargo, tales transformaciones usualmente no se toman en cuenta de manera explícita al enseñar matemáticas, por lo que la enseñanza de las matemáticas podría estarse desarrollando, en muchos casos, con desconocimiento por parte de los docentes sobre lo que se debe entender por hacer matemáticas, ya que ni siquiera se conoce, de manera clara, cómo se opera cognitivamente con ella.

Por tal motivo, Duval propone que el aprendizaje de las matemáticas, frente a otros dominios del conocimiento, se caracteriza desde una perspectiva cognitiva, porque la semiótica juega un papel relevante, lo que hace que las matemáticas se puedan percibir como un lenguaje; no obstante, los signos del lenguaje matemáticos no representan los objetos matemáticos y el contexto en que se usan determina qué cosas son. De esta manera, un símbolo aparentemente tan simple como "0" puede significar, entre otras cosas, 'la ausencia de', o 'grandes cantidades' si se agrega a la derecha de cualquier otro número; o bien, el signo "-" que puede implicar una resta, un número negativo, una dirección opuesta, un acercamiento por la izquierda, etcétera, lo que refuerza que los signos matemáticos pueden ser polisémicos y, por lo tanto, interpretados y aprendidos, desde distintos enfoques y estilos de aprendizaje.

De esta manera, el aprendizaje de las matemáticas (y su lenguaje) implica un paradójico uso de símbolos que no poseen referentes físicos, demandando un manejo totalmente conceptual, con el que, supuestamente, el individuo debe ser capaz de modelar la realidad, esto a pesar del carácter polisémico que muchas veces encierran, situación que puede llevar al aprendiz a una gran confusión, debido a que los símbolos matemáticos y los conceptos que encierran no son siempre precisos y exactos como popularmente se asume.

El desconocimiento de lo anterior, o bien, un manejo superficial por parte de muchos docentes, contribuye a explicar por qué en innumerables ocasiones son ellos mismos

quienes asumen que el proceso de enseñanza -y con él el del aprendizaje- de las matemáticas se basa en la correcta aplicación de algoritmos en un marco de descontextualización creciente (Artigue, 1998).

De ahí la importancia de considerar que si el docente llega a conocer, en cierta medida, los procesos mentales que emplean los educandos al operar en matemáticas, manifestados a través de los estilos de aprendizaje, es posible que pueda interpretar sus fallos y errores y pueda procurar su mejora (Riviere, 1990). Sin embargo, esto solo es posible si el docente logra comprender qué es, con qué, cómo y para qué, se hace matemáticas, así como cuáles son los estilos de aprendizaje que aplican con sus estudiantes en sus esfuerzos por aprenderlas.

De lo anterior, se concluye que el diseño de experiencias didácticas en matemáticas, por parte de los docentes, debería posibilitarles lograr una relación con los conocimientos de sus alumnos, con sus estructuras cognitivas, con sus estrategias para almacenar y recuperar la información cuando la requiera (Zúñiga, 2007), para lograr un aprendizaje eficaz basado en la significatividad que tengan los conocimientos matemáticos y no en técnicas mnemotécnicas que tan solo le permiten sobrevivir en el sistema educativo.

Ingeniería, cálculo y estilos de aprendizaje

En las carreras de ingeniería, las matemáticas se proponen y asumen como uno de los elementos fundamentales para su desarrollo, y se parte de la idea de que constituyen la base sobre la cual se edifica la disciplina, por lo que es importante tener una idea más clara de lo que se debe o puede asumir como Ingeniería.

Independiente de su área de especialidad, la Ingeniería es planteada como el conjunto de conocimientos teóricos y empíricos, así como de prácticas que se aplican para hacer uso de las fuerzas y los recursos naturales y de los objetos, materiales y sistemas construidos por el hombre con la finalidad de diseñar, construir, operar equipos, instalaciones, bienes y servicios con fines económicos en un contexto específico (Poveda, 1993, citado por Valencia, 2004), a lo que habría que agregar, según a Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (2000, citado por Valencia 2004, p. 6), que:

El ingeniero fundamenta su campo ocupacional en la aplicación del conocimiento de las ciencias naturales mediadas por la utilización de las herramientas matemáticas; para aprovechar adecuadamente los recursos energéticos; transformar la materia y los

materiales; proteger y preservar el ambiente; producir, reproducir y manejar información; gestionar, planear y organizar los talentos humanos y los recursos financieros para el beneficio de la humanidad mediante el diseño de soluciones creativas y la utilización de las herramientas disponibles.

Lo anterior implica que la Ingeniería se desarrolla en función de mejorar las condiciones de la vida humana, por medio del uso deliberado de las leyes de la naturaleza para poder explotar sus recursos de forma óptima, de manera que su interés está más en lograr aplicaciones prácticas, es decir, en resolver problemas (Chatterjee, 2005), y para lograr esto, se hace uso de las matemáticas, particularmente del cálculo, en calidad de instrumento de trabajo, de ahí su necesidad e importancia.

Sin embargo, con respecto al aprendizaje del cálculo, Aquere, Engler, Vrancken, Müller, Hecklein, Gregorini y Henzenn, N. (2009), así como Zúñiga (2007) señalan que, por lo general, la enseñanza de esta disciplina a nivel universitario se desarrolla con métodos tradicionales que se han caracterizado por darse desde una perspectiva axiomática, que demanda del educando, un dominio algorítmico, repetitivo y algebraico. Esto no es casual, sino que probablemente está relacionado con la herencia de la cultura griega en el mundo occidental, la cual, como se indicó, ha privilegiado aquellas formas de pensar, donde la lógica aristotélica se ha definido como razonamiento correcto, y el racionalismo cartesiano ha jugado un papel preponderante, aspectos que realzan las características de los estilos de aprendizaje teórico y, en alguna medida, reflexivo.

Esta forma de entender las matemáticas va contra su naturaleza histórica, la cual, según González y Waldegg (1995), ha mostrado cómo las bases del conocimiento han sido generadas de manera empírica, práctica y pragmática, presentado como ejemplos el que ni los egipcios ni los babilonios desarrollaron la demostración deductiva, que apareció en la cultura griega, siendo su máximo exponente los Elementos de Euclides, aunque es posible encontrar ciertas inconsistencias, argumentos intuitivos y demostraciones inadecuadas.

De hecho, en el desarrollo del cálculo, antes de crearse su estructura deductiva, se había trabajado con conceptos, temas y aplicaciones de manera intuitiva, con argumentos físicos, dibujos y generalizaciones, con el objetivo de resolver problemas de la naturaleza y de la vida cotidiana, lo que quiere decir que la historia de la humanidad demuestra que la lógica ha aparecido siempre después de la creación y la experimentación.

En el caso del cálculo, sus orígenes se remontan a Arquímedes (S. III a.C.) y sus esfuerzos por lograr el cálculo de áreas y volúmenes, pero no fue sino hasta casi 2000 años después, en el siglo XVII gracias a aportes de Descartes y Fermat, que esta área fue retomada, con el fin de poder resolver muchos problemas que intrigaban a los matemáticos, como el cálculo de rectas tangentes a una curva, el cálculo de volúmenes, determinar la existencia de máximos y mínimos, así como centros de gravedad, etc., destacando a Newton y Leibniz, quienes se encargaron de su formalización con el paso del tiempo, como Euler, Gauss, Cauchy, Riemann, etc.

No obstante, en el marco de la implementación de la reforma de las "matemáticas modernas" en la segunda mitad del siglo XX la axiomatización y la abstracción de la enseñanza de las matemáticas, probablemente no tomó en cuenta sus implicaciones en el campo de la educación, la psicología del aprendizaje y el desarrollo cognitivo, lo que conllevó a que los sistemas educativos occidentales favorecieran a aquellos estudiantes con estilos de aprendizaje preferentes como teórico y reflexivo, propios de las matemáticas, en perjuicio de los estudiantes con otros estilos de aprendizaje preferente.

Este acercamiento al cálculo a través, de la formalización y la axiomatización de las matemáticas, centrado fundamentalmente en los estilos de aprendizaje teórico y reflexivo, ha exigido a todos los estudiantes poner en práctica destrezas y capacidades por igual, que "algunas veces genera una desmotivación de los estudiantes, lo que lleva al fracaso escolar y al abandono de las aulas" (Aguirre 2007, p. 69), aspectos que justifican la conclusión a la que llegan Luengo y González (2005), al indicar que distintas investigaciones evidencian que en los sistemas educativos occidentales existe una fuerte correlación positiva entre el rendimiento académico en "las matemáticas y los estudiantes con estilos de aprendizaje con predominio en lo teórico y reflexivo".

Para Tall (1992), la enseñanza del cálculo puede darse por dos vías, una formal y otra informal. En el caso de la vía informal involucraría una aproximación intuitiva, que se asemeja a cómo la disciplina se fue configurando a través de la historia de la humanidad, enfrentando y resolviendo problemas, de ahí su cercanía con la Ingeniería, muchas veces sin insertarse detenidamente en la formalización, y que por ende podría venir a favorecer el aprendizaje del mismo para todo tipo de estudiantes, independientemente de su estilo de aprendizaje, y en esta dirección tendría sentido hablar de matemáticas para no matemáticos.

En contra parte, la vía formal está basada en el rigor de las matemáticas, basada en

demostraciones y deducciones lógico-aristotélicas, estaría favoreciendo, particularmente, a los estudiantes de estilos de aprendizaje teórico y reflexivo, quienes están más cerca que otros de hacer matemáticas para matemáticos.

En las investigaciones realizadas por Pulido (1998) con estudiantes del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, se evidenció que buena parte de la problemática del aprendizaje en el área de Ciencias Básicas se ha debido a la manera en cómo se ha enseñado cálculo, coincidiendo con lo apuntado por Camarena (2010b) para quien los problemas de desempeño de los estudiantes de Ingeniería están en razón de, al menos, dos aspectos, un débil aprendizaje del cálculo y el no ver en la disciplina una herramienta mental que contribuirá decididamente al desarrollo de su área profesional.

Por eso, Pulido advierte que para revertir esta situación no basta con mejorar la relación profesor/estudiante, o la incorporación de recursos tecnológicos, e incluso considera que un cambio de didáctica podría estar destinado al fracaso si no se toma en cuenta lo que se pretende enseñar en, y con, dicha materia, aspectos todos que se ven influidos por los estilos de aprendizaje de los educandos.

La enorme dificultad que conlleva el aprendizaje y la enseñanza de los temas y conceptos relativos al cálculo se debe, sin duda, a su riqueza y a su complejidad y, en gran medida, a que los factores cognitivos que implican no están aun claramente determinados, y los que parcialmente se han logrado establecer, presentan problemas para ser delimitados (Azcárate, 1996), de ahí que la propuesta de Camarena (2010a), de estructurar equipos de aprendizaje conformados por tres estudiantes, identificando un líder emocional, uno operativo y uno académico debe ser considerada positivamente, porque esto podría contribuir a realizar una aproximación a la disciplina desde distintos ángulos, abarcando con ello, distintos estilos de aprendizaje.

No existen dudas de que el cálculo es fundamental para el desarrollo de las disciplinas técnico-científicas, particularmente las Ingenierías, y que, en gran medida, la dificultad de su aprendizaje se debe a aspectos cognitivos, tal y como lo planteó Duval con respecto al problema semiótico y representacional de las matemáticas. En el caso del cálculo, esto se refleja en la dificultad que presenta para los estudiantes el manejo correcto de términos como: límite, tendencia a, acercarse a, infinito, infinitesimalmente pequeño, tan pequeño como se quiera, intervalos abiertos, extremos en un intervalo, derivada de una función, el diferencia, integral definida, indefinida e indeterminada etc.

Los conceptos indicados (sin agotar todos los que demanda el cálculo), en muchos casos no coinciden en absoluto con los conceptos o referentes a los que puede remitir el lenguaje cotidiano y/o coloquial de los alumnos, lo cual puede dejarlos en una profunda confusión, por lo que la utilización de estos términos, por parte del docente, pueden caer en un vacío conceptual de los estudiantes, para quienes las repeticiones que realiza el docente pocas veces logran aclararlos, haciendo que los conceptos propios del cálculo se muevan dentro de un aire de misterio (Tall, 1992), hecho que, además, viene a ser apabullado por la algebrización de su manejo (Artigue, 1995).

De esta manera, es fácil comprender por qué Camarena (2010b) plantea que en el aprendizaje y enseñanza del cálculo para ingeniería intervienen muchos factores, haciendo del aprendizaje del cálculo un elemento crítico, advirtiendo que esto lleva a una situación de debilidad en la formación de los futuros ingenieros, debido a que un aprendizaje de las matemáticas, en general, y del cálculo, en particular, de manera indebida o incorrecta puede dificultar el desarrollo profesional del futuro ingeniero.

Considérese, además, que los conocimientos no se apilan unos sobre otros (Vrancken, Gregorini, Engler, Muller y Hecklein, 2006), por lo que el aprendizaje del cálculo demandará rupturas cognitivas, acomodaciones, transformaciones, construcciones y reconstrucciones del pensamiento desde perspectivas nuevas. Es a esto a lo que se ha enfocado la contra-reforma de la Educación Matemática en torno al cálculo en los últimos veinte años (Moreno, 2005), lográndose resultados parciales y limitados. En el caso de Costa Rica, recientemente se ha abierto la posibilidad, a mediano plazo, de poder trabajar en este sentido, como producto del nuevo modelo de educación matemática propuesto por el Ministerio de Educación Pública (MEP, 2012).

En el contexto de la contra-reforma de la enseñanza del cálculo, se enmarcan la propuesta de Camarena (2010a), los estudios de Pulido (1998), las investigaciones de Salinas y Alanis (2009) y de Zúñiga (2007), interesados en mejorar el nivel de aprendizaje de la disciplina, que han partido de la necesidad de volver a los orígenes del cálculo, es decir, resolver problemas, utilizando la disciplina como una herramienta para abordar la naturaleza y responder a las demandas que la misma plantea, o bien, a las que plantea el mismo sujeto, dejando el formalismo y el rigor para los matemáticos profesionales, esto implicaría dejar de lado el exceso de teoría y abstracción, para perfilarse más hacia un manejo reflexivo y pragmático de la disciplina, sin que ello implique dejar de lado el estilo de aprendizaje activo.

La enseñanza del cálculo, en el sistema educativo tradicional en los primeros cursos universitarios, usualmente se inicia con el concepto de límite de una función (Vrancken y otras, 2006); sin embargo, desde que en ciclos anteriores se abordan los conceptos relativos a funciones se está introduciendo al educando al cálculo, por ello, tanto el docente como el estudiante a nivel universitario enfrentan grandes dificultades heredadas del proceso educativo anterior, en el que el estudiante ha participado por años, donde se ha delineado un modo de pensar caracterizado por la axiomatización y la algebrización de las matemáticas haciendo que sus potenciales aplicaciones no pasen de los ejercicios y ejemplos propuestos desde algún texto.

En este proceso de aprendizaje, Artigue (1998) advierte que la evaluación constituye una pieza vital para generar un círculo vicioso que refuerza el modelo indicado y con él los estilos de aprendizaje privilegiados (Teórico y Reflexivo), al considerarse como muestra de aprendizaje que los educandos sean capaces de realizar correctamente ejercicios similares o iguales a los presentados en clase (Vrancken y otras, 2006), favoreciendo a los estilos de aprendizaje teórico y reflexivo, correspondiéndose con los estilos de enseñanza de muchos de los docentes en matemática, lo cual explica por qué es muy probable que los alumnos que obtienen notas más altas en matemáticas las consigan, porque se les está enseñando en la forma que mejor va con su estilo peculiar (Dunn y Dunn (1984, citados por Gallego y Nevot, 2008).

Conclusiones

El aprendizaje y la enseñanza del cálculo en los cursos introductorios a nivel universitario se da en el marco de un proceso de generalización que no siempre se corresponde con las necesidades de las diferentes disciplinas profesionales, y la ingeniería no escapa a este problema.

Su enseñanza ha sido marcada por el formalismo, la descontextualización y la axiomatización, alejándolo de sus orígenes y su razón histórica de ser: resolver problemas; se ha asumido a los estudiantes desde una perspectiva pasiva, como receptores del conocimiento tratando de evitar choques cognitivos, lo que lleva a un manejo de un discurso superficial y altamente estructurado dentro del modelo didáctico tradicional, donde la evaluación en vez de corroborar y potenciar las capacidades y competencias del educando para utilizar el cálculo como una herramienta, se ha convertido en un recurso coercitivo para

ajustar al educando al proceso de enseñanza, apoyándose en la algebrización como recurso inmediato para garantizar un manejo instrumental de la disciplina.

Esto hace necesario un cambio con respecto al aprendizaje y enseñanza del cálculo para estudiantes no matemáticos, incluidos los estudiantes del área de ingeniería. Este cambio no debería esperar a que los educandos lleguen a la universidad, sino que debería iniciarse desde la más tierna edad, en la educación general básica, y en la secundaria.

En este sentido, los programas de educación matemática recientemente propuestos por el Ministerio de Educación de Costa Rica (MEP, 2012) pretenden iniciar un proceso de educación matemática que aborde esta cuestión a mediano plazo, ya que, como lo indican Camarero, Martín y Herrero (2000), para cuando los estudiantes llegan a la universidad sus estilos de aprendizaje ya han sido conformados y determinados, y esto influye en la elección de las carreras por las que optan.

Dado que la realidad no se puede cambiar por los buenos deseos o decretos dentro de las políticas educativas, y que los plazos para lograr esto no son cortos, el docente universitario debería apropiarse del conocimiento relativo a su propio estilo de aprendizaje para así comprender cuáles son sus tendencias o sesgos personales al enseñar; asimismo, debería llegar a conocer el estilo de aprendizaje preferente de sus estudiantes si realmente quiere que su acto pedagógico logre algún nivel de trascendencia, de lo contrario, el nivel de aprendizaje podría reducirse a lo que formalmente está planteado en los contenidos de los programas de estudio de los cursos a su cargo y no en la generación de competencias que permitan el desarrollo integral del educando, por lo que éticamente se vería inhabilitado para hacer responsable de las limitaciones y deficiencias del aprendizaje a los estudiantes, a través de un discurso que plantee que ellos ya tienen la madurez para asumir el proceso de aprendizaje por cuenta propia.

No se pretende, a través de este ensayo, decirle a los docentes de cálculo cuál es la solución al problema, o cómo deben actuar al respecto, sino, más bien, llamar su atención sobre la conveniencia de conocer y utilizar los estilos de aprendizaje, ya que esto se constituye en una poderosa herramienta que permite perfilar las potencialidades de aprendizaje del educando, y permite individualizar el proceso educativo, dado que cada persona tiene su propio estilo de aprendizaje y no existe un estilo mejor que otro.

El modelo de Honey-Alonso sobre los estilos de aprendizaje (teórico, reflexivo, pragmático y activo), se constituye así en un recurso importante y valioso para poder

planificar el proceso de aprendizaje y enseñanza del cálculo, sobre todo cuando, según las investigaciones de Camarero y otros (2000), los estilos reflexivo y pragmático son los preferentes de los estudiantes universitarios en muchas de las carreras, incluidas las de Ingeniería.

Los datos obtenidos por García, Escalante, Fernández, Escandón, Mustri, y Puga (2000) permiten sugerir que, generalmente, el estilo de aprendizaje de los estudiantes del ciclo de iniciación universitaria no se corresponden con lo esperado en su carrera, lo que tiene una profunda implicación en términos de la flexibilidad que los estilos de aprendizaje pueden mostrar con el transcurso del tiempo y del contexto.

Por lo anterior, es posible que el docente pueda aprovechar la flexibilidad que muestran los estilos de aprendizaje, permitiéndole tomar decisiones que pueden ser claves para evitar incoherencias e inconsistencias en el proceso educativo, de manera tal que si su estilo de enseñanza se logra emparejar lo más posible al estilo de aprendizaje de los educandos, esto permita lograr un acto pedagógico propositivo y positivo, superando posturas empiristas que se basan en falsas creencias como la de considerar que el proceso de aprendizaje se resuelve con la sola incorporación de la tecnología, tal y como lo plantean Cantoral y Mirón (2000).

El análisis de los problemas del lenguaje y la representación, debido a sus aspectos cognitivos, constituyen posibles causas de las deficiencias en el aprendizaje del cálculo al generarse un conflicto entre el manejo del lenguaje técnico utilizado por el docente frente al lenguaje coloquial utilizado por la mayoría de los educandos. Este aspecto tiene serias implicaciones en torno a los estilos de aprendizaje, dado que el carácter técnico del lenguaje, en el marco de enseñanza de las matemáticas, puede ser considerado como propio de los estilos teórico y reflexivo, y no así de los activos y pragmáticos favoreciendo a unos estudiantes y perjudicando a otros.

Es importante destacar el papel positivo que ejerce el docente en el proceso de aprendizaje-enseñanza cuando logra adaptar sus métodos de enseñanza para garantizar un mayor y/o mejor nivel de comprensión por parte de los estudiantes, independientemente de los estilos de aprendizaje que estos manifiesten tener, ya que si el docente conoce los estilos de aprendizaje de sus estudiantes y actúa en ese sentido, puede incrementar la motivación y posibilita que los educandos asuman una actitud más positiva con respecto a sus estudios.

Es clara la importancia y necesidad de realizar investigaciones en nuestro contexto que aborden este problema en busca de un cambio en las metodologías de enseñanza del cálculo, incluyendo los modelos de evaluación, porque en la actualidad los mismos benefician básicamente a aquellos estudiantes cuyos estilos de aprendizaje se caracterizan por ser preferentemente teórico y/o reflexivo y que, de paso, son los que corresponden a la menor cantidad de estudiantes (Luengo y González, 2005).

Con respecto a la enseñanza del cálculo, coincidimos con Aparicio y Ordaz (2006), quienes concluyen que esta se encuentra marcada por una tendencia al uso de estructuras expositivo-discursivas, lo que hace que la misma se desarrolle dentro de un contexto que estimula positivamente los estilos de aprendizaje teórico y reflexivo por el marcado énfasis en lo analítico-formal, donde de nunca a casi nunca se incorporan en el modelo educativo, la experimentación o vivencia matemática.

Por último, haciendo acopio de las opiniones de Gravini (2008), consideramos que es posible que el ingeniero pueda desarrollar los cuatro estilos de aprendizaje planteados, o bien, que aquellos que presentan estilos de aprendizaje, que no son beneficiados por el estilo teórico y reflexivo de las matemáticas, también pueden desarrollar la Ingeniería, por cuanto esta disciplina demanda mucho más que conocimientos teóricos, tal y como fue planteado en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Referencias

- Aguirre, Marlene. (2007). Algunas reflexiones en torno al estilo de aprendizaje empleado por estudiantes universitarios. *Revista Educare*, 11(2). Centro de Investigación y docencia en Educación (CIDE). Recuperado de www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/1336
- Amado, María; Brito, Reyna y Pérez, Carlos. (2007). *Estilos de aprendizaje de estudiantes de Educación Superior*. Instituto Tecnológico de Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. Recuperado de 2011 de www.alammi.info/revista/numero2/pon_0011.pdf
- Alonso, Catalina y Gallego, Domingo. (2010). Los estilos de aprendizaje como competencias para el estudio, el trabajo y la vida. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 6(6). Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. Recuperado de www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/
- Aouni, Zineb.y Surlemont, Bernard. (2007). *Le processus d'acquisition des compétences entrepreneuriales: une approche cognitive*. 5º Congrès International de l'Académie de l'Entrepreneuriat. Sherbrooke, Québec, Canada. Recuperado de http://www.entrepreneuriat.com/fileadmin/ressources/actes07/Aouni_Surlemont.pdf

- Aparicio, Eddie y Ordaz, María. (2006). *Estudio cualitativo sobre la reprobación de cálculo en el área de Ciencias Matemáticas y Computacionales. Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa*. Memorias, X Escuela de invierno en Matemática Educativa, Santa Cruz, Tlaxcala. Recuperado de www.red-cimates.org.mx/Documentos/xeime.pdf
- Aquere, Silvia; Engler, Adriana; Vrancken, Silvia; Müller, Daniela; Hecklein, Marcela; Gregorini, María y Henzenn, Natalia. (2009). Una didáctica para la enseñanza de límite. *Revista PREMISA*, 11(40), 14-24. Sociedad Argentina de educación Matemática (SOAREM). Recuperado de www.soarem.org.ar
- Artigue, Michelle. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En M. Artigue; R. Douady; L. Moreno y P. Gómez (eds.), *Ingeniería didáctica en la educación Matemática*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Artigue, Michelle. (1998). Enseñanza y aprendizaje del análisis elemental: ¿Qué se puede aprender de las investigaciones didácticas y los cambios curriculares? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 1(1), 40-55. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/335/33510104.pdf>
- Azcárate, Pilar. (1996). *Los procesos de formación, en busca de estrategias y recursos*. Recuperado de www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1017752.pdf
- Bonilla, Flory Stella. (1998). Estilos de Aprendizaje de los estudiantes de la Universidad de Costa Rica. *Educación: Revista de la Universidad de Costa Rica*, 12(1), 17-26. Universidad de Costa Rica.
- Camarena, Patricia. (2010a). *Aportaciones de investigación al Aprendizaje y Enseñanza de la Matemática en Ingeniería*. Recuperado de 2011 de www.ai.org.mx/eventos/coloquios/ingreso/10/camarena.html
- Camarena, Patricia. (2010b). *La modelación matemática en la formación del ingeniero*. Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de www.m2real.org/IMG/pdf_Patricia_Camarena_Gallardo-II.pdf
- Camarero, Francisco, Martín, Francisco y Herrero, Javier. (2000). Estilos y estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Revista Psicothema*, 12(4). Recuperado de www.psycothema.com/psycothema.asp?id=380
- Cantoral, Ricardo. (2002). Enseñanza de la matemática en la educación superior. *Revista Sinéctica*, 19. Universidad Jesuita de Guadalajara. Recuperado de http://portal.iteso.mx/portal/page/portal/Sinectica/Historico/Numeros_anteriores04/019/19%20Ricardo%20Cantoral-Catedra.pdf
- Cantoral, Ricardo y Mirón, Hugo. (2000). Sobre el estatus de la noción de derivada: De la epistemología de Joseph Louis Lagrange, al diseño de una situación didáctica. *Revista*

Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. México, 3(3), 265–292.
Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2147203>

Cantú, Irma. (2003). El estilo de aprendizaje y su relación con el desempeño académico en estudiantes de arquitectura de la Universidad de Nuevo León. *Revista Internacional de Estudios en Educación*, (3)2, 72-79.

Chatterjee, Anindya. (2005). Mathematics in engineering. *Current Science*, 88(3).
Recuperado de www.ias.ac.in/currsci/feb102005/405.pdf

Chevrier, Jacques; Fortin, Guilles; Théberge, Mariette y Leblanc, Raymond. (2000). Le style d'apprentissage: une perspective historique. *Le Style d'apprentissage*, XXVIII(1).
Recuperado de www.acelf.ca/c/revue/revuehtml-28-1/02-chevrier.html

De la Barrera, María; Donolo, Danilo y Rinaudo, María. (2010). Estilos de aprendizaje en alumnos universitarios: peculiaridades al momento de aprender. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 6(6). Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.
Recuperado de www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/

De Lièvre, Bruno; Temperman Gaetan; Cambier, Jean-Bernard; Decamps, Sandrine y Depover, Christian. (2009). Analyse de l'influence des styles d'apprentissage sur les interactions dans les forums collaboratifs. En Develotte C., Mangenot F., Nissen E. *Actes du colloque Epal 2009* (Echanger pour apprendre en ligne: conception, instrumentation, interactions, multimodalité), Université Stendhal - Grenoble 3, 5-7 juin.
Recuperado de http://w3.u-grenoble3.fr/epal/dossier/06_act/pdf/epal2009-delievre-et-al.pdf

Duval, Raymond. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics* Recuperado de www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/download/162/297

Figuroa, Nancy; Cataldi, Zulma; Méndez, Pablo; Rendón, Juan; Costa, Guido; Salgueiro, Fernando y Lage, Fernando. (2005). *Los estilos de aprendizaje y el desgranamiento universitario en carreras de informática*. JEITICS Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICS en Argentina. Recuperado de www.cs.uns.edu.ar/jeitics2005/Trabajos/pdf/03.pdf

Freire, Paulo. (2004). *Pedagogía de la Autonomía*. ITESM. Materiales para el curso ED 4022. México.

Gallego, Domingo y Alonso, Catalina. (2008). Estilos de aprender en el siglo XXI. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 2(2). Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.
Recuperado de 2011 de www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/

Gallego, Domingo y Nevot, Antonio. (2008). Los estilos de aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista Complutense de Educación*, 19(1), 95-112. Recuperado de www.oei.es/es42.htm

- García, L., Escalante, L., Fernández, L.G., Escandón, M.C., Mustri, A. y Puga, I. (2000) *Procesos de enseñanza aprendizaje*. Documento de trabajo SEP. Dirección General de Investigación Educativa de la SEP, con apoyo del Fondo Mixto de Cooperación Técnica y Científica México-España. Recuperado de <http://white.oit.org.pe/spanish/260ameri/oitreg/activid/proyectos/actrav/edob/material/pdf/archivo47.pdf>
- González, María y Waldegg Guillermina. (1995). Lectura 3: El fracaso de la matemática moderna. En Thais Castillo y Virginia Espeleta (comp.), *La Matemática: su enseñanza y aprendizaje*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Grasha, Anthony. (2002). *Teaching with style. A practical guide to enhancing learning by understanding teaching and learning Styles*. USA: Alliance Publishers. Recuperado de www.ilte.ius.edu/pdf/teaching_with_style.pdf
- Gravini, Marbel. (2008). Estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer semestre de los programas de Psicología e Ingeniería Industrial de la Universidad Simón Bolívar de Barranquilla. *Revista Psicogente*, 11(19). Recuperado de <http://portal.unisimonbolivar.edu.co:82/rdigital/psicogente/index.php/psicogente/article/viewFile/76/88>
- Guevara, Rolando. (2000). *La matemática y la actividad humana* (Fascículo de actividades. Primera reimpresión de la primera edición). San José, Costa Rica: EUNED.
- Hederich, Christian. (2004). *Estilos cognitivos en la dimensión independencia-dependencia de campo. Influencias culturales e implicaciones para la educación*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Psicología Básica, Evolutiva y de la Educación. Recuperado de www.tesisenxarxa.net/TDX-1128105-155731/
- Herrera, Nancy. (2009). *Estilos de aprendizaje de los estudiantes de la corporación universitaria adventista de Colombia y su relación con el rendimiento académico en el área de matemáticas*. (Resumen de Tesis de Maestría). Universidad de Montemorelos, Facultad de Educación. Nuevo León, México. Recuperado de dspace3.biblioteca.um.edu.mx/xmlui/handle/123456789/95
- Idris, Noraini. (2009). Enhancing students understanding in calculus trough writing. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4(1). Recuperado de www.iejme.com/012009/d3.pdf
- Keast, Stephen. (1999). *Learning styles in mathematics classrooms*. Monash University. Recuperado de www.math.unipa.it/~grim/EKeast6.PDF
- Luengo, Ricardo y González, José. (2005). Relación entre los estilos de aprendizaje, el rendimiento en matemáticas y la elección de asignaturas optativas en alumnos de E.S.O. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 11(2). Universidad de Valencia. España. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=91611204>.

- Malva, Alberto; Rogiano, Cristina; Roldán, Gabriela y Banchik, Matilde. (2008). Fortaleciendo las habilidades matemáticas de los alumnos ingresantes desde los entornos virtuales. *Revista Premisa*, (39). Recuperado de www.soarem.org.ar/Documentos/39%20Alberto.pdf
- Ministerio de Educación Pública. (2012). *Programas de Estudio en Matemáticas*. Recuperado de www.mep.go.cr/
- Moreno, María. (2005). El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros. En Maz, A., Gómez, B. y Torralbo, M. (coords), *Noveno Simposio de la Sociedad Española en Educación Matemática SEIEM* (pp. 81-96). Universidad de Córdoba, Córdoba, España. Recuperado de www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2728867&orden=0
- Nevot, Antonio. (2001). *Estilos de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas*. Recuperado de www.estilosdeaprendizaje.es/ANevot.pdf
- Popescu, Elvira. (2008). *Dynamic adaptive hypermedia systems for e-learning*. (Doctorat Tis). Université de Craiova, Roumanie. Recuperado de www.tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/34/34/60/PDF/thesis_ElviraPopescu.pdf
- Pulido, Ricardo. (1998). El rediseño de los cursos de cálculo. *Revista Transferencia* 11(44). Recuperado de www.mty.itesm.mx/.../transferencia/Transferencia44/cont44.htm
- Rieben, Laurence. (2000). À quelles conditions la notion de style d'apprentissage peut-elle devenir heuristique pour le champ de l'éducation? *Le style d'apprentissage*, XXVIII(1). Recuperado de www.acelf.ca/c/revue/revuehtml/28-1/08-rieben.html
- Riviere, Angel. (1990). Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva cognitiva. En Marchesi, A.; Coll, C.; Palacios, J. (comp.), *Desarrollo psicológico y educación, III. Necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar* (Capítulo 9). Madrid, España: Alianza.
- Rodríguez, Jaime. (2006). *Validación del CHAEA en estudiantes universitarios*. Recuperado de www.circle.adventist.org/files/download/Validchaea.pdf
- Ruiz, Ángel; Mora, Federico y Chavarría, Jessenia. (2003). Educación matemática: escenario histórico internacional y construcción de una nueva disciplina. *Revista UNICIENCIA* 20(2). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Recuperado de 2011 de www.cimm.ucr.ac.cr/aruiz/articulosAcademicos.html
- Saldaña, María. (2010). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en alumnos que cursaron genética clínica en el periodo de primavera 2009 en la Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 5(1). Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_5/articulos/lsr_5_abril_2010.pdf

- Salinas, Patricia y Alanís, Juan. (2009). Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del cálculo dentro de una institución educativa. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 12(3). Recuperado de www.clame.org.mx/relime.htm
- Santaolalla, Elsa. (2009). Matemáticas y estilos de aprendizaje. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(4). Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. Recuperado de www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/
- Tall, David. (1992). *Students' Difficulties in Calculus*. Plenary presentation in Working Group 3, ICME. Québec. Canada. Recuperado de <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1993k-calculus-wg3-icme.pdf>
- Therer, Jean. (1998). Styles d'enseignement, styles d'apprentissage et pédagogie différenciée en sciences. Université de Liège. Laboratoire d'enseignement Multimedia. *Informations Pédagogiques*, (40). Recuperado de www.restode.cfwb.be/download/infoped/info40a.pdf
- Thompson, Silvia y Aveleyra, Ema. (2004.). *Estilos de aprendizaje en matemáticas*. Recuperado de www.fceco.uner.edu.ar/cpn/catedras/matem1/educmat/em22ta.doc
- Thompson, Barbara. and Mazcasine, Jhon. (2000). *Attending to Learning Styles in Mathematics and Science Classrooms*. ERIC Digest. Recuperado de www.ericdigests.org/2000-1/attending.html
- Valencia, Asdrúbal. (2004). La relación entre la ingeniería y la ciencia. *Revista Facultad de Ingeniería*, (031). Universidad de Antioquia. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=43003113>
- Vrancken, Silvia; Gregorini, María; Engler, Adriana; Muller, Daniela y Hecklein, Matalia. (2006). Dificultades relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje del concepto de límite. *Revista PREMISA. Sociedad Argentina de educación Matemática (SOAREM)*. 8(29), 9-19. Recuperado de www.soarem.org.ar
- Zúñiga, Leopoldo. (2007). El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 10(1). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, Distrito Federal, México. Recuperado de www.clame.org.mx/relime/20070107.pdf