



INGENIERÍA, MATEMÁTICAS Y COMPETENCIAS ENGINEERING, MATHEMATICS AND COMPETENCES

Volumen 14, Número 1

Enero - Abril

pp. 1-29

Este número se publicó el 30 de enero de 2014

José Ángel García Retana

Revista indizada en [REDALYC](#), [SCIELO](#)

Revista distribuida en las bases de datos:

[CATÁLOGO DE LATINDEX](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#),
[SHERPA/ROMEO](#), [QUALIS](#), [MIAR](#)

Revista registrada en los directorios:

[ULRICH'S](#), [REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [PREAL](#), [CLASCO](#)

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



INGENIERÍA, MATEMÁTICAS Y COMPETENCIAS ENGINEERING, MATHEMATICS AND COMPETENCES

José Ángel García Retana¹

Resumen: La ingeniería es una disciplina académica cuya finalidad es generar profesionales capaces de enfrentar los cada vez más complejos problemas que vive la humanidad con respuestas y soluciones creativas y materialmente rentables. En el mundo globalizado actual con frecuencia los problemas son más complejos y demandan una visión holística y heurística para establecer posibles soluciones, lo cual hace que la ingeniería tenga que considerarse desde estas perspectivas. En tal caso y para un desempeño laboral óptimo, los ingenieros deben desarrollar una serie de competencias profesionales particulares, aprovechando el papel que juegan las matemáticas y, particularmente, los cursos de Cálculo. En el presente ensayo se valora el papel de los cursos de Cálculo impartidos en la Universidad de Costa Rica para tal fin y cómo su estructura curricular podría no estar aportando en la formación de competencias requeridas por los ingenieros al no considerar la diferencia entre los estilos de aprendizaje que, de una u otra manera, les son inherentes y que son propios de la ingeniería.

Palabras clave: INGENIERÍA, MATEMÁTICAS, COMPETENCIAS, ESTILOS DE APRENDIZAJE, COSTA RICA.

Abstract: The engineering is an academic discipline which aims to produce professional able to deal with the increasingly complex problems that humanity lives with answers and creative solutions and materially profitable. In today's globalized world, problems are increasingly more complex and require both holistic and heuristic visions to determine possible solutions which makes necessary that engineering be considered from these perspectives. For optimum job performance, engineers must develop a series of specific professional competences by leveraging the role of mathematics courses, particularly calculus. In the present essay is valued the role of calculus courses at the University of Costa Rica to aims at assessing the contribution of these courses in the development of competences required in engineering. It also analyzes whether the current curricular structure may be not contributes to the improvement of these competences because no consider the difference between learning styles which, in one way or another, are inherent to them and that are unique to engineering.

Key words: ENGINEERING, MATHEMATICS, COMPETENCES, LEARNING STYLES, COSTA RICA.

¹ Profesor en Secundaria y en la Universidad de Costa Rica, Sede Guanacaste. Licenciado en la Enseñanza de la Matemática, Universidad de Costa Rica. Reside desde 1996 en Liberia, Guanacaste donde ha desarrollado su labor docente.

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

Ensayo recibido: 30 de mayo, 2013

Devuelto para corrección: 16 de agosto, 2013

Aprobado: 12 de diciembre, 2013

Introducción

Ante la complejidad e interrelación de los distintos factores causantes de los actuales problemas que vive la humanidad, el desarrollar una visión que considere tanto lo transdisciplinar, como multidisciplinar se ha convertido en una necesidad. En razón de lo anterior, en las últimas dos décadas se ha venido desarrollando e implementando el concepto de competencias, vistas como una combinación de distintos factores sociales, emocionales, cognitivos y de desempeño ligados a estos dos componentes, de forma tal que las personas puedan contar con mecanismos que faciliten el enfrentar las diferentes problemáticas de manera eficiente y eficaz, por cuanto las competencias contribuyan a considerar los problemas desde una perspectiva holística.

El desarrollo de las competencias requiere de un modelo educativo que centre sus esfuerzos en la formación integral del educando partiendo de la realidad que ofrecen los contextos social y natural en que vive, de manera tal que las distintas disciplinas propicien la generación del conocimiento a partir de actividades de aprendizaje que tomen en cuenta la cotidianeidad a través de la búsqueda de soluciones a los problemas que se enfrentan. Lo anterior demanda la implementación de un modelo educativo en el que se pueda recurrir a procesos heurísticos que posibiliten el abordaje de los problemas desde distintos ángulos y con el aporte de distintas disciplinas. De esta manera, al combinar una visión holística de los problemas y una heurística para su abordaje se hace posible proponer soluciones creativas y novedosas.

Este marco holístico-heurístico debe potenciar el desarrollo de las competencias y, en el caso de la Ingeniería, el aprovechamiento de los distintos conocimientos aportados por las ciencias naturales (con su carácter práctico, pragmático y empirista) y las matemáticas (con su potencialidad para abstraer, determinar regularidades, y generalizar) para el desarrollo de propuestas que contribuyan a obtener soluciones eficientes y económicas a los problemas, tomando en cuenta además que estas podrían cambiar, tanto el entorno natural, como el social.

Para lograr lo anterior, es imprescindible tener una idea sobre lo que ha de entenderse por ingeniería, matemáticas y competencias, y cómo estos aspectos se articulan, tanto desde una perspectiva académica, como profesional. Con base en lo anterior, el presente ensayo parte de considerar qué se entenderá por Ingeniería, cuál es su impacto en el entorno

natural-social y cómo su modificación afecta las relaciones humanas, lo que hace que deba ser considerada, tanto en el ámbito académico, como en el laboral.

Se toma en cuenta que la Ingeniería es una disciplina de carácter reflexivo-pragmático que tiende a dejar la fundamentación teórica de los recursos de conocimiento que utiliza a ser desarrollada por otras disciplinas, como es el caso de las matemáticas. De ahí que, al reflexionar sobre el papel que cumplen las matemáticas en la formación de los futuros ingenieros y, de manera específica, los cursos de Cálculo a nivel universitario, estos se consideren en razón de su potencial para contribuir, o no, en el desarrollo de las competencias pertinentes para la labor profesional de los ingenieros. Se valora que el desarrollo de las competencias requeridas por los ingenieros, potenciado desde el aprendizaje de las matemáticas, no se limita a la asimilación de contenidos curriculares, dado que tal aprendizaje está ligado a las metodologías empleadas por los docentes que imparten la disciplina.

Así mismo, se considera el papel de los cursos de Cálculo que los estudiantes de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica (UCR) cursan y si su implementación, tanto curricular, como metodológica, resulta pertinente para la formación de las competencias, académicas y profesionales que requieren los ingenieros, o si por el contrario, su aporte es limitado. Para este efecto, tales cursos se analizan desde la perspectiva de Pedro Martínez Geijo (2008) y la teoría de los estilos de aprendizaje diseñada por Alonso y Gallego (2010).

Sobre la Ingeniería

El contexto actual está caracterizado por una economía globalizada que ha venido a replantear el papel de todas las áreas de formación universitaria, incluyendo la Ingeniería. En tal contexto se consideran como exitosos aquellos estudiantes que desarrollan habilidades y destrezas relativas a la capacidad de comunicación, el trabajo en equipo, el aprendizaje continuo, el manejo de diferentes idiomas, el uso de tecnologías digitales y el poseer un espíritu flexible, creativo e innovador que permita el liderazgo (Marzo, Pedraja y Rivera, 2006).

Es en este marco que debe considerarse a la Ingeniería en su doble papel de disciplina académica y profesional, la cual, a manera de aproximación, se puede entender como el conjunto de conocimientos teóricos y empíricos que llevan a una práctica que hace uso de las fuerzas y los recursos naturales, así como de los objetos, materiales y sistemas

construidos por el hombre con la finalidad de diseñar, construir, operar equipos, desarrollar instalaciones, y generar bienes y servicios con fines económicos en un contexto específico (Poveda, 1993, citado por Valencia, 2004). Por lo tanto:

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. (Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2000, citado por Valencia 2004, p.6)

Aquí se pone en evidencia que la Ingeniería abarca un espectro de variadas acciones y actividades, donde las matemáticas, y particularmente el cálculo, constituyen parte de la base sobre la cual se edifica. De hecho, la Ingeniería es vista como:

la profesión en la que los conocimientos de matemáticas y ciencias naturales, obtenidos a través del estudio, la experimentación y la práctica, se aplican con juicio, para desarrollar diversas formas de utilizar, de una manera económica, las fuerzas y materiales de la naturaleza en beneficio de la humanidad. (Melo, 2003, p. 54)

Estas opiniones convergen al considerar que la disciplina parte del uso y aplicación de las ciencias naturales y las matemáticas con la finalidad de convertir los recursos naturales en estructuras, máquinas, productos, sistemas y procesos (Osorio, 2004) para mejorar las condiciones de la vida humana por medio del uso deliberado de las leyes de la naturaleza, y explotar los recursos naturales de forma óptima, por lo que su interés está más en lograr aplicaciones prácticas, es decir, en resolver problemas (Chatterjee, 2005), que en teorizar sobre los fenómenos que aborda, sean naturales o sociales. Es decir, el ingeniero debe ser capaz de reflexionar sobre los problemas de su entorno, pero, sobre todo, actuar sobre él para generar soluciones prácticas, por lo que la Ingeniería es mucho más que una simple actividad tecnológica que comienza y termina en una máquina u objeto (Osorio, 2004), sino

que inevitablemente tiene un impacto en los entornos naturales-sociales y, por ende, en las relaciones sociales.

De esta manera, la Ingeniería juega un papel relevante para lograr elevar la calidad de vida de las personas y el bien común, pero no debe ser vista como una panacea que, por su sola aplicación, resolverá los problemas sociales ligados a los recursos materiales y humanos, ya que los conocimientos acumulados por ella pueden ser utilizados con distintos fines, a veces no tan beneficiosos para muchas personas.

Así, en términos generales, el objetivo de la Ingeniería está en la optimización del uso de los recursos naturales mediante la aplicación de las matemáticas, y particularmente el cálculo, las cuales deben constituirse en un instrumento de trabajo para lograr que su carácter práctico y reflexivo prevalezca sobre divagaciones teóricas y abstractas. Por ello, su aprendizaje y enseñanza deberían estar principalmente en potenciar el desarrollo de habilidades relacionadas a pensar cómo hacer las cosas, cómo resolver problemas y cómo optimizar recursos, sin que se niegue a aquellos que quieran determinar el por qué de las cosas, a hacer teoría.

Cabe plantearse entonces que el ingeniero, en el ejercicio profesional de su disciplina, requiere de competencias específicas ligadas a la capacidad de utilizar la imaginación en procura de soluciones creativas, prácticas e "ingeniosas" a los problemas que debe resolver. Estas deben tomar en cuenta mucho más que la aplicación de los recursos con que cuenta la disciplina, por la capacidad que tiene para modificar y transformar el entorno. Tales competencias deberían ser potenciadas por el aprendizaje de las matemáticas, de ahí la importancia de caracterizar el papel que estas deben jugar en su formación.

Sobre las competencias

La necesidad de responder a los problemas, cada vez más complejos, que actualmente enfrenta la humanidad, hace necesario adquirir conocimientos que contribuyan a dominar instrumentos socio-culturales para interactuar en grupos heterogéneos, potenciar el actuar de un modo autónomo y comprender el contexto (Dirección General de Educación y Cultura de la Comisión Europea, 2004), lo que conlleva una movilización de conocimientos de una manera integrada y holística a partir del criterio de que la gente aprende mejor si tiene una visión global del problema que requiere enfrentar (Feito, 2008). Esto permitiría la generación de propuestas creativas que se salgan de lo común o que hayan sido puestas en

marcha en épocas anteriores en contextos más simples. Para el logro de lo anterior es que se ha planteado el desarrollo de las competencias.

El concepto "competencias" surgió a finales del siglo XX. Fue originalmente orientado hacia el campo laboral (Urrego-Giraldo y Giraldo, 2009) y constituyó una respuesta a la necesidad de optimizar los recursos en un marco que procurara la convergencia entre los campos social, afectivo, cognoscitivo, psicológico, sensorial y motor del individuo (Delors, 1997), al posibilitar la integración de distintas disciplinas del conocimiento, habilidades genéricas, y la comunicación de ideas como un todo (Argudín, 2001). Estos aspectos se deben considerar desde la teoría de los sistemas, para la cual la vida y la naturaleza solo son explicables si ambas se miran como un sistema complejo sujeto a interacciones dinámicas y que supera las limitaciones que conlleva el tratar de explicar los fenómenos observables reduciéndolos a un conjunto de unidades elementales independientes unas de otras, tal y como se propone desde la perspectiva positivista o cartesiana.

La visión cartesiana de los problemas es muy limitada por cuanto en la ciencia contemporánea estos tienen que ver con la totalidad resultante de la interacción de distintos fenómenos. Es decir, tienen un carácter holístico, por lo que no deben ser analizados descomponiéndolos en factores aislados ya que se corre el riesgo de perder de vista sus interacciones dinámicas, al considerar las partes separadas del todo. Los comportamientos de estos pueden manifestarse de manera totalmente diferente a su comportamiento como parte de un todo.

La necesidad de considerar los fenómenos y problemas de manera integrada y como resultado de distintas perspectivas, visiones e interacciones, llevó a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2006) a plantear la importancia de construir un modelo educativo capaz de integrar las demandas sociales como parte del desarrollo personal integral del educando, y propuso el organizar la enseñanza alrededor de lograr el surgimiento de la capacidad para dar respuestas o soluciones a los problemas y demandas del entorno natural y social, de manera tal que el educando logre manejar sus saberes (conocimientos), tener bajo su control sus interacciones sociales, emociones y sentimientos, y sea capaz de reconocer, interpretar y aceptar las emociones y sentimientos de los otros. (Ortega, 2008). Este modelo educativo se conoce como Enfoque Basado en Competencias o EBC.

Las competencias surgen con la finalidad de potenciar destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes que estimulen la disposición para aprender y generar un capital cultural, social (participación ciudadana) y humano (ser productivo) (Dirección General de Educación y Cultura de la Comisión Europea 2004), en la medida que el educando interactúe con el conocimiento, sea capaz de trabajar en equipo y en grupos heterogéneos, pueda actuar de manera autónoma y comprender el contexto como resultado de la movilización de sus conocimientos.

Las competencias son de carácter personal, individual e intransferibles, por lo que, para su impulso, se requiere conocer y respetar las capacidades metacognitivas de los educandos (Coll, 2007, Alonso y Gallego, 2010). Esto plantea el lograr determinar los estilos de aprendizaje de cada educando para potenciar las áreas más significativas de su inteligencia y abordar los procesos cognitivos e intelectivos que los caracterizan (Salas, 2005) a través de actividades que propicien un acto educativo, consciente, creativo y transformador, como reto al modelo educativo.

Además, las competencias no se adquieren (o desarrollan) en abstracto, sino a partir de situaciones concretas, en espacios concretos, por personas concretas y a través de actividades concretas que forman parte del quehacer del educando, por lo que tienen un carácter pragmático y reflexivo y están indisolublemente asociadas a la adquisición de una serie de saberes (conocimientos, habilidades, valores, actitudes, emociones, y otros) por parte del sujeto (Coll, 2007). También, demandan desempeños voluntarios, conscientes y racionales, reflejados en actitudes que demuestran valores éticos (Frade, 2009) con el objetivo de estimular la creatividad, la innovación y la potencialidad para ir más allá de la realidad inmediata.

Ingeniería y competencias

El proceso de globalización generalizado a partir de finales del siglo XX, ha insertado a la humanidad en un contexto que plantea y demanda considerar: a) los procesos cognitivo-conductuales en calidad de comportamientos socio afectivos que posibiliten el aprender a aprender, aprender a ser y aprender a convivir; b) el desarrollo de habilidades cognoscitivas y socio afectivas que lleven a aprender a conocer; c) el desarrollo de destrezas psicológicas, sensoriales y motoras que permitan el aprender a hacer, es decir, que permitan llevar a cabo

adecuadamente un papel, función, actividad o tarea (Delors, 1997), donde el conocimiento sea el producto de contenidos multidisciplinares y multidimensionales (Frade, 2009).

Esto sugiere que sería erróneo considerar que la formación de ingenieros es el resultado de un proceso educativo lineal-secuencial producto de una acumulación cuantitativa de conocimientos específicos y experiencias académicas. Por el contrario debe ser el producto de la reflexión y la praxis resultantes de una formación, preferiblemente holística, debido al carácter transdisciplinar e interdisciplinar propios del mundo actual, pero a su vez, será conveniente que dicha formación considere diferentes heurísticas para su construcción de manera tal que permitan superar la idea de que los conocimientos se constituyen como parcelas del saber por área específica.

La globalización ha generado un mundo complejo, volátil, pasajero, ambiguo y cada vez más articulado como un todo. Esto hace que la búsqueda de solución a los problemas, seccionándolos en sus "partes elementales", podría ser improcedente, inútil o hasta imposible (Osorio, 2004). Es por lo anterior que la formación de profesionales a nivel universitario, incluidos los ingenieros, convendría darse desde una perspectiva holística apoyada en distintas heurísticas por cuanto la solución de problemas puede y debe considerar distintas alternativas, así como un manejo creativo, imaginativo, pero sobre todo ingenioso, lo que implica no aferrarse dogmáticamente a determinados recursos y métodos (en particular el denominado método científico), debido a que las distintas disciplinas del conocimiento están entrecruzados y no existen conocimientos puros "per se". Una muestra de lo anterior es que las matemáticas y las ciencias naturales que constituyen la base de sustentación de la Ingeniería, no existen de manera exclusiva para ella, o son diferentes a las requeridas por otras disciplinas, como la economía.

La Ingeniería es mucho más que tecnología, máquinas y procesos. Inevitablemente tiene un impacto concreto en el entorno natural-social y, por ende, en las relaciones humanas, esto por cuanto las soluciones que procura a los problemas que le atañen, están en razón de elevar la calidad de vida de las personas. Este impacto conlleva cambios adaptativos en la medida en que modifica el entorno, y de esta manera contribuye a que surjan transformaciones culturales y modificaciones en las relaciones humanas. Es decir, el efecto de la Ingeniería va más allá de lo estrictamente técnico, tiene implicaciones de carácter humano y, de manera singular, su quehacer y resultado entrelazan las esferas

natural y social, donde la transformación de una irremediablemente implica la transformación de la otra.

En razón de lo anterior, la Ingeniería, vista como conocimiento y actividad humana debe tomar en cuenta el impacto que los resultados de su aplicación tiene en las personas, lo que demanda que el ingeniero desarrolle la capacidad de comprender la relación hombre-naturaleza-sociedad, puesto que:

el conocimiento humanístico es ahora más importante que nunca... en ingeniería, como en otros estudios, se necesita entender otras lenguas, otras culturas, tener formación en Historia y Ciencias Sociales, porque los cambios tecnológicos que estamos viviendo no funcionarán si no hay un profundo conocimiento cultural detrás. Para que funcione la tecnología también se tiene que entender el contexto histórico y social (Padilla, 2004, párr. 7)

Entonces, la formación de los ingenieros no debe estar únicamente en el aprendizaje de una serie de conocimientos relativos a una disciplina basada en las matemáticas y las ciencias naturales para el desarrollo de competencias que favorezcan exclusivamente la producción de bienes o el aprovechamiento de los recursos naturales allende el contexto natural-social y las interacciones humanas que este implica.

Como parte de la globalización, y en calidad de reflejo de la importancia que para el mundo capitalista tiene la producción de bienes materiales de vida, la Unión Europea ha planteado, según Marta Marzo, Mercedes Pedraja y Pilar Rivera (2006), la necesidad de adaptar las titulaciones universitarias al mercado laboral, aspecto que incide particularmente en la Ingeniería por haber estado históricamente relacionada con la producción. Por esto la formación de ingenieros ha venido a ser considerada, desde la óptica del desarrollo de competencias, como el mecanismo que permite optimizar al máximo el modelo de producción imperante. Sin embargo, esto plantea una visión parcial, limitada y operacional del quehacer de la Ingeniería y deja de lado el impacto que tiene en el hacer cultura, de ahí la importancia que en la formación del ingeniero se incorpore una formación humanística, ética y socialmente comprometida.

Desde la aparición de las competencias en el entorno educativo merced al Informe Delors (Delors, 1997), se han hecho muchos esfuerzos para identificar las competencias específicas que se espera posean los egresados de las universidades según el área

profesional a desempeñar, con la finalidad de que estos puedan insertarse en el modelo económico de manera exitosa, tanto a nivel local, como global. En el caso de los ingenieros, se genera una paradoja, puesto que se corre el riesgo de que su currículo vaya más allá de la realidad nacional, lo que potenciaría la formación de profesionales con un alto nivel de especialización que muchas veces no pueden ser absorbidos por el mercado local, pero sí por el global. Es decir, su contribución social no se reflejaría en el entorno local como sería lo esperado.

El compromiso de la universidad en la formación de ingenieros

Es claro que la universidad debe estar en función de la construcción de conocimientos producto de investigaciones, la docencia y la acción social que sean útiles en razón del desarrollo social y económico como parte del bien común, de ahí la importancia y necesidad de que los educandos desarrollen competencias tanto académicas como laborales (Cañón, 2006) para, de esta manera, evitar el peligro de caer en una instrumentación del ser humano, producto de una homogenización curricular (Coll, 2007). Esta constituye una aspiración implícita de la economía capitalista al pretender reducir las competencias exclusivamente a la esfera laboral, es decir, a las necesidades de la producción y reproducción de bienes materiales de vida de la manera más eficaz posible. Por el contrario, las universidades están en la obligación de procurar que las competencias a ser desarrolladas por los ingenieros surjan como producto de la matriz curricular de los programas de estudio y de la interacción con el entorno con sentido y responsabilidad social.

Sin embargo, en el modelo económico imperante a nivel mundial se considera que las competencias laborales son las que hacen que la persona sea capaz de realizar un trabajo o una actividad y consiga el éxito gracias a la conjunción de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas específicas (Marzo, Pedraja y Rivera, 2005) lo que lleva a las universidades a enfrentar el reto de su vigencia, porque tales competencias podrían no ser producto de los estudios superiores. Un título universitario se constituiría en un certificado que asegura que el educando participó de un programa de estudios en un área de conocimiento específico (para nuestro caso en Ingeniería), pero en realidad no garantiza que el egresado pueda desarrollar de manera competente las labores que se esperan de él, así como el no poseerlo no implica la ausencia de las competencias requeridas para el desarrollo profesional de la Ingeniería.

Esto hace que, en el caso de los estudiantes universitarios, se deban considerar de manera separada dos tipos de competencias: las académicas, que permiten el paso exitoso por la universidad, y las laborales, que se manifestarán en el ejercicio profesional. El desarrollo de las competencias laborales constituye un requisito imprescindible para la incorporación al mercado de trabajo y muchas veces se espera que surjan en el transcurso de la vida universitaria. Sin embargo, esto no se puede asegurar, por lo que se hace necesario que las universidades establezcan una relación con la sociedad que permita a los estudiantes participar en la búsqueda de soluciones a determinados problemas ligados al entorno durante su formación, para que, de esta manera, puedan potenciar tales competencias.

Las competencias vistas al interior de la academia implicarían la creatividad, la apertura mental y el desarrollo de una ética rigurosa para convertir los conocimientos en potenciales soluciones a los problemas que enfrenta la sociedad con un sentido crítico, basándose en el dominio de la disciplina. Se centran en aprender qué es y el por qué de la Ingeniería de manera abstracta y general. Por su parte, las competencias laborales se direccionan en lograr la optimización del uso de los recursos materiales y económicos de las empresas para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, por lo que se centran en cómo se aplica y cuál es su impacto en el entorno social-natural.

Es decir, mientras las competencias académicas giran principalmente alrededor de la teoría y la reflexión sobre el papel de la Ingeniería, las competencias laborales trabajan desde una perspectiva pragmática que demanda un desempeño eficaz. De esta manera, las académicas no necesariamente coinciden con las laborales, sino que, por el contrario, muestran una significativa distancia con ellas. De hecho, sería conveniente lograr establecer puntos de encuentro, lo cual sería posible en la medida que la Universidad mantenga un contacto con la realidad y desarrolle programas de estudio en los que los educandos participen en la búsqueda de soluciones a los problemas que procuren el bien común.

Entre las evidencias de esta distancia, podría considerarse la existencia de una sobre educación o una infra educación (Marzo, Pedraja y Rivera, 2005). En el primer caso se ubicarían los educandos cuyos programas educativos están orientados sobre la disciplina "per se" ajena a la realidad cotidiana o desde una perspectiva tan general que la realidad concreta no es más que un caso particular, lo que facilita a los graduados el incorporarse a mercados laborales allende el mercado local, lo cual implicaría un despilfarro de recursos.

En el segundo caso, se encontrarían los educandos cuya formación estaría tan focalizada que se les dificultaría incluso el contribuir a resolver los problemas sociales-naturales en el entorno local, lo que también conlleva un desperdicio de recursos.

El reto de las universidades con respecto a estas diferencias está en lograr que los educandos desarrollen competencias académicas ligadas a las competencias laborales, alcanzable en la medida en que los estudiantes integren sus saberes teóricos con acciones prácticas como parte de una interacción social basada en la búsqueda de la verdad y el bien común, que esté por encima de la venta del conocimiento beneficioso tan solo para aquellos que puedan pagarlo, de ahí que las carreras de Ingeniería no deban ser vistas como fábricas de máquinas, estructuras, sistemas, procesos y conocimientos que permiten el aprovechamiento de los recursos por unos pocos en detrimento de las mayorías. Esto significa que la acción transformadora para la cual deben prepararse los ingenieros debe ir más allá de la acción laboral que pretende la versión operacional de la competencia (Cañón, 2006) desde la perspectiva de la OCDE.

Así las cosas, el papel a desarrollar por las Facultades de Ingeniería, y la Universidad de Costa Rica no es una excepción a esta regla. Es contradictorio y paradójico por cuanto deben enfrentar el problema de generar ingenieros capaces de dar respuestas a los problemas planteados localmente en un mundo que es cada vez más global y, a su vez, la formación de los ingenieros, aún cuando se da de manera local para contribuir al desarrollo y beneficio específico de la comunidad local-nacional, debe basarse en una formación lo suficientemente amplia y rica como para poder insertarlos en el mundo globalizado, por lo que no se puede asegurar que los graduados se queden en sus localidades. Por el contrario, sus estudios universitarios podrían contribuir a la generación de competencias que propicien su traslado a otros lugares donde puedan aportar sus habilidades y destrezas.

Esto hace aún más necesario que los programas universitarios de formación de ingenieros tomen en cuenta que están formando elementos críticos de la sociedad en que viven, con conocimientos de cultura general que le dan sentido de identidad, que identifica el compromiso social que conlleva su ejercicio profesional (Cañón, 2006), y no técnicos especializados ajenos a la cotidianeidad como resultado de mirar únicamente hacia la propia disciplina. Esto podría llevar a obviar la realidad circundante para centrarse en la solución de problemas globales o ajenos a la realidad cotidiana, lo que derivaría en una "fuga de cerebros".

El papel de las matemáticas en la Ingeniería

En la sociedad contemporánea nadie duda en considerar a las matemáticas como una de las disciplinas de conocimiento más importantes para el desarrollo cognitivo e intelectual porque a través de ellas se pueden potenciar las capacidades de exploración, justificación, representación, discusión, descripción, investigación y predicción (Idris, 2009), aspectos que deberían contribuir a que los educandos desarrollen competencias. Las matemáticas deberían entonces posibilitar la organización y estructuración de la información que se percibe o recibe en una situación cotidiana o creada intelectualmente, identificar sus aspectos más relevantes, y descubrir regularidades, relaciones y estructuras para plantear conjeturas e inferencias a partir de proposiciones elementales, y así potenciar la capacidad para generalizar resultados a partir de comportamientos constantes, e incluso lograr demostraciones (Guevara, 1991).

Particularmente, el conocimiento de las matemáticas no se da por su belleza, sino por constituir un instrumento de trabajo que contribuya a manipular la realidad que debe ser transformada como expresión del mejor ejercicio posible de una profesión.

De ahí que las matemáticas a ser aprendidas por los ingenieros deberían ser capaces de potenciar el surgimiento de las competencias que estos requieren para su labor profesional, por lo que tendrían que ser desarrolladas considerando los binomios holística-heurística, global-particular y teoría-praxis, como parte de un conjunto de conocimientos que, al articularse con los provenientes de otras áreas del pensamiento posibiliten comprender la realidad y así contribuyan a su transformación mediante la resolución de problemas que, cada sociedad "local" plantea, sin que esto se contraponga a la posibilidad de enfrentar problemas globales.

Estos aspectos sugieren que las matemáticas deberían ser desarrolladas desde una perspectiva pragmática y reflexiva, sin excluir la posibilidad de teorizar, particularmente en la formación de los ingenieros. Sin embargo, cuando esto se ignora y el aprendizaje de las matemáticas se constituye en una adquisición de conocimientos desde una perspectiva fundamentalmente formal y teórica, se tiende a producir un aprendizaje abstracto y desvinculado de la vida cotidiana, lo que evidencia un desconocimiento del qué es hacer matemática, por qué y para qué se deben abordar determinados contenidos y no otros y qué papel juegan en la formación de los ingenieros y en el ejercicio de su profesión. Esto hace

que muchos estudiantes no lleguen a tener claro por qué estudiar matemáticas, lo que demerita su motivación hacia estas (Camarena, 2010).

Para comprender el papel que las matemáticas juegan en la formación de los ingenieros, es importante considerar mínimamente aquellos aspectos cognitivos que tienen que ver con las actividades que realiza el aprendiz de Ingeniería al conocer y recoger información, y utilizar el conocimiento, como lo son la percepción, la memoria y el pensamiento (Malva, Rogiano, Roldán y Banchik, 2008). En el caso de las matemáticas, las habilidades cognitivas tienen que ver con todas aquellas operaciones y procesamientos de la información que permitan adquirir, retener y recuperar diferentes tipos de conocimientos, lo que supone el poder definir, demostrar, identificar, interpretar, codificar, recodificar, graficar, algoritmizar, calcular, modelar, comparar, resolver, aproximar y optimizar, para potenciar las operaciones intelectuales de comparar, sintetizar y analizar, las cuales posibilitan la codificación e incorporación de nuevos conocimientos a las estructuras mentales del individuo en calidad de representaciones mentales (Zúñiga, 2007).

Las representaciones mentales son elementos clave para el desarrollo de la imaginación en Ingeniería. Desde la perspectiva de las matemáticas, pueden ser de dos tipos, visual y semiótica (Duval, 2006), lo que conlleva una extraordinaria complejidad cognitiva ya que estas dos formas de representación son muy diferentes e implican a su vez transformaciones distintas. Por lo anterior, el diseño de experiencias didácticas en matemáticas para la formación de ingenieros debería posibilitarle a los educandos establecer una relación entre sus representaciones mentales, conocimientos y estructuras cognitivas, a través de estrategias para almacenar y recuperar la información cuando se requiera (Zúñiga, 2007). Así, se podría lograr un aprendizaje eficiente y eficaz basado en la significatividad, donde los conocimientos matemáticos estén vinculados con la cotidianidad y puedan representarla, a fin de contribuir a que el ingeniero sea capaz de reflexionar sobre los problemas, poner en práctica propuestas de solución visualizadas previamente y comunicar con claridad sus consideraciones y conclusiones.

Enseñanza-Aprendizaje de las matemáticas para Ingeniería

Los aprendizajes de los educandos no son siempre iguales. Incluso la forma de aprender distintos conocimientos por parte de un mismo individuo no siempre es homogénea. De hecho, muchos investigadores han planteado que las personas presentan

tendencias o preferencias dependiendo del contexto y sus necesidades, de manera tal que pueden utilizar determinados estilos en circunstancias específicas aunque a tales estilos no se le reconozca como sus preferidos (Mainemelis, Charalampos, Richard, Boyatzis y Kolb, 2002, citado por Aouni y Surlemont, 2007).

Así, el aprendizaje está íntimamente vinculado con los estilos de aprendizaje que cada sujeto posee, por lo que juegan un rol muy importante dentro de este. Tales estilos tienen que ver con las características personales que se ponen en marcha a la hora de aprender (Popescu, 2008), e incluyen las estrategias de aprendizaje, aspectos cognitivos y afectivos, factores psicológicos y ambientales, así como las preferencias sobre cómo organizar y presentar la información, lo que ha generado distintas teorías basadas en el número y tipo de descriptores. Los estilos de aprendizaje se han clasificado 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.

David Kolb (1976, citado por Gallego y Alonso, 2008), clasificó los estilos de aprendizaje en cuatro tipos: experimentación concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Este modelo fue modificado varias veces hasta llegar a la propuesta de Alonso, Gallego y Honey (2004), quienes definieron los estilos reflexivo, teórico, activo y pragmático, según se muestra en la tabla 1, de la siguiente manera:

Tabla 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 Conciencioso 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 con base en Martínez (2008)

Por otro lado, a mediados de los años 50 del siglo pasado, producto de una reforma internacional, se planteó un modelo de educación matemática caracterizado por ser esencialmente formal y teórico, el cual se centró más el manejo de definiciones, teoremas, lemas y postulados y su fundamentación teórica y lógica que en la resolución de problemas. Llevó a una formalización y axiomatización (Ruiz y Chavarría, 2003), que favoreció un trato homogenizado con respecto a los contenidos curriculares y un manejo masificado de estudiantes, e ignoró las características particulares de los educandos al privilegiar implícitamente los estilos de aprendizaje teórico y abstracto.

Además, el aprendizaje de las matemáticas, según Amado, Brito y Pérez (2007, citados por García, 2013a), depende de la influencia del profesor, del dominio de su disciplina, del ámbito de sus competencias, del modo didáctico que implemente y,

particularmente, de su estilo de enseñanza, por lo que, si el profesor logra hacer compatible su estilo de enseñanza con el estilo de aprendizaje de los estudiantes, el rendimiento académico de estos probablemente será mayor (Dunn y Dunn, 1984, citado por Gallego y Nevot, 2008). Por el contrario, las diferencias entre los correspondientes estilos se constituyen a menudo en fuentes de conflicto, tensión y malos entendidos (Grasha, 2002), lo que justifica que debe ser el profesor quien deba informarse sobre los estilos de aprendizaje de sus estudiantes y aprovechar que estos son relativamente modificables para poder convertir su trabajo en un esfuerzo efectivo.

El que los docentes en matemáticas ignoren los estilos de aprendizaje de los estudiantes resulta tan perjudicial como no dominar la disciplina o no contar con las técnicas y estrategias didácticas que motiven a los estudiantes. Es posible que estas fallas produzcan apatía y desinterés, que reduzcan la efectividad del planeamiento didáctico y que las estrategias metodológicas se vuelvan intuitivas y/o accidentales (Bonilla, 1998), *por lo que* los índices de éxito y/o fracaso de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas, así como en el desarrollo de competencias, podrían estar asociados, entre otros aspectos, a la concordancia-discrepancia entre los estilos de aprender/enseñar que se da entre los estudiantes y los docentes.

Para superar lo anterior, el docente debe reconocer las diferencias con sus estudiantes y entre ellos. Probablemente, la mayoría de los educandos no poseen el estilo de aprendizaje que le es preferido, por lo que debería diseñar e implementar actividades y experiencias de aprendizaje que se correspondan a los estilos de aprendizaje de ellos (Thomson y Mazcasine, 2000), si es que pretende un aprendizaje significativo, capaz de potenciar el desarrollo de competencias, tanto académicas, como profesionales. El implementar variantes metodológicas al estilo tradicional de enseñar matemáticas para Ingeniería es lento y gradual (Vrancken, Gregorini, Engler, Muller, Hecklein, 2006), pero hace posible darle sentido al aprendizaje de estas (Pulido, De la Torre, Luque, Palomo, 2009; Salinas y Alanís, 2009 y Camarena, 2010) para que, así, puedan aportar al desarrollo de las competencias requeridas por los estudiantes de Ingeniería.

El caso de los cursos de Cálculo para Ingeniería en la Sede Guanacaste de la Universidad de Costa Rica

En el 2011, en la Sede Guanacaste de la UCR, García (2011) desarrolló una investigación sobre el aprendizaje del cálculo y los estilos de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica en el curso MA 1001. Los resultados obtenidos sirven de base para realizar una extensión de lo encontrado en dicho curso hacia los cursos MA 1002 y MA 1003 que se imparten en la misma unidad académica.

Los cursos indicados son implementados por la sección de Matemática Aplicada de la Escuela de Matemática de la UCR y se consideran como cursos de "servicio". Son de carácter genérico, diseñados y supervisados por matemáticos profesionales en razón de las supuestas necesidades de los estudiantes de Ingeniería y no existe intervención directa de la Facultad de Ingeniería.

Tales cursos están delimitados por un contrato académico entre las cátedras, los docentes y los estudiantes denominado "Carta al Estudiante", en el que se indican las características fundamentales como metodología, contenidos, objetivos, evaluación y el cronograma a desarrollar. Para el presente ensayo se consideraron las cartas del I y II ciclos de los años 2011 al 2013, colocadas sucesivamente en la página web de la Escuela de Matemática de la UCR.

Todas las Cartas al Estudiante indicadas establecen lo que se espera que el estudiante aprenda de las matemáticas. En ellas se afirma que los cursos son de carácter teórico-práctico, aunque no se detalla el porqué de esta consideración ni se indica el alcance de tales conceptos. Todas consideran la exposición de contenidos como eje central del acto pedagógico e instan a los estudiantes a realizar la mayor cantidad posible de ejercicios propuestos en los textos, aportados por el docente o colocados en plataformas virtuales. Sin embargo, desde la perspectiva de los estilos de aprendizaje de Honey-Alonso, los aspectos planteados en dichas cartas resultan ambiguos e imprecisos y permiten distintas interpretaciones.

Aunado a lo anterior, dichas cartas reflejan discrepancias entre la formación que se persigue (teórica) y las necesidades de los estudiantes de ingeniería (pragmática y reflexiva). Esto se evidencia si se toman en cuenta las consideraciones de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UCR que indica en su página web:

La Ingeniería Eléctrica es una ciencia aplicada basada en las matemáticas y la física y por tanto requiere una sólida formación en estas áreas. En la Universidad nos interesa desarrollar y participar en actividades para fomentar la aplicación de nuestros conocimientos combinados con la diversión, el arte o el descubrimiento. Además, nuestra carrera participa en proyectos interdisciplinarios en áreas como robótica, la biomedicina, las comunicaciones y los sistemas de control. Se prepara a los estudiantes tanto para ejercer la profesión como para continuar sus estudios (Ingeniería Eléctrica, UCR, 2013).

Así mismo, la Escuela de Ingeniería Agrícola considera que: "El Ingeniero Agrícola es un profesional universitario, con capacidad creativa, constructiva y crítica, con conocimientos sólidos en las ciencias matemáticas, físicas, naturales y humanas, para aplicarlas a los procesos de producción y desarrollo agroindustrial sostenible" (Ingeniería Agrícola, UCR, 2013).

Los cursos indicados llevan implícito, como base del conocimiento a ser aprendido, el dominio del Álgebra y demandan el manejo de funciones reales de variable real, aspectos que no son diagnosticados (García, 2013b), por lo que se dejan de lado los problemas expuestos por investigadores como Artigue, Cantoral, Camarena y Lozano, entre otros; a su vez no cuentan con un texto de uso obligatorio, aunque existen materiales sugeridos de tipo físico (textos) y electrónico. Los contenidos se presentan de una manera sucinta, ligados a los textos, sin referentes a la cotidianeidad o el entorno del educando, seguidos de ejemplos ilustrativos y baterías de ejercicios. El número de contenidos es muy alto y conlleva una cantidad de objetivos muy grande.

Posiblemente, el punto más controversial de estos cursos está en el aspecto metodológico, tal y como García (2011) lo observó en el curso MA 1001. Ninguno de los cursos mencionados considera el aprendizaje basado en problemas, ni el enfoque basado en competencias, desarrollo de proyectos, estudio de casos u otras modalidades y heurísticas que rompan con la tradicional exposición por parte del docente. El aprendizaje queda supeditado a la enseñanza, en la cual imperan los contenidos presentados y desarrollados siguiendo un manejo secuencial-lineal de manera cronometrada y desde una perspectiva teórico/reflexiva supeditada al discurso del docente, por lo que el acto pedagógico se puede

caracterizar como transmisivo, basado en tres fases: la enseñanza, el afianzamiento o anclaje de los contenidos y la evaluación (Martínez, 2008).

Al partir de las Cartas a los Estudiantes, con el trabajo de García (2011), y si se considera la propuesta de Alonso, Gallego y Honey (2004) junto con el análisis propuesto por Martínez (2008) las fases de enseñanza y anclaje se resumen en las tablas 2 y 3 que aparecen a continuación. La fase 3 llamada Evaluación por ser derivada de las anteriores, se basa en pruebas escritas de comprobación de la capacidad de resolver ejercicios semejantes a los propuestos en clase, por lo que las dos fases indicadas son las que realmente determinan el acto pedagógico; de ahí, la importancia de comprender la trascendencia de estas, pues es a partir de su modificación que la evaluación podría ser cambiada.

Tabla 2
Características del proceso de enseñanza para los cursos
MA 1001, MA 1002 y MA 1003

| Estilo de aprendizaje | Características típicas | Características presentes en las cartas a los estudiantes. Proceso de enseñanza. |
|-----------------------|---|---|
| ACTIVO | Animador Improvisador Descubridor Arriesgado Espontáneo | Tratar los temas por poco tiempo Atender a cuestiones espontáneas que surgen en el aula. Informar y comentar la actualidad con el alumnado Mostrar interés por ideas originales |
| REFLEXIVO | Ponderado Conciencioso Receptivo Analítico Exhaustivo | Desarrollar pocos temas (por clase) Dar oportunidad para la reflexión Trabajar con un plan de acción previamente planificado. No forzar a las exposiciones y/o uso de la pizarra Presentar ejercicios bien estructurados Permitir la generación de borradores Fomentar la argumentación y el razonamiento |
| TEÓRICO | Metódico. Lógico Crítico Estructurado | Motivar al debate controlado por el profesor Impartir los temas estableciendo relaciones Dar oportunidad para presentar interrogantes Analizar situaciones o problemas que contribuyan a generalizar resultados Evitar la improvisación Explicar los contenidos integrados a marcos teóricos Trabajar de manera bien planificada y estructurada Evitar temas y/o ejercicios triviales Explicar sin contradicciones siguiendo un orden lógico. |
| PRAGMÁTICO | Experimentador Práctico Directo Eficaz Realista | Ofertar muchos ejemplos Presentar los contenidos utilizando ejemplos de la vida ordinaria. Reducir el tiempo de las explicaciones y aumentar el de las prácticas en clase. |

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez (2008)

Tabla 3
Proceso de consolidación y "anclaje" de los conocimientos adquiridos para los cursos MA 1001, MA 1002 y MA 1003

| ACTIVO Animador Improvisador Descubridor Arriesgado Espontáneo | REFLEXIVO Ponderado Concienzudo Receptivo Analítico Exhaustivo | TEÓRICO Metódico Lógico Crítico Estructurado | PRAGMATICO Experimentador Práctico Directo Eficaz Realista |
|--|--|---|--|
| Permitir a búsqueda de distintos caminos para las soluciones | Evitar presionar con respecto al uso del tiempo | Procurar que las actividades en clase estén estructuradas | Reconoce y dar mérito a los trabajos bien logrados |
| Estimular el trabajo en equipos | Permitir la revisión de los ejercicios antes de discutirlos | Trabajar bajo presión | Orientar el trabajo a desarrollar para evitar errores |
| | Otorgar importancia a la exactitud | Constituir grupos de pares | Precisar las instrucciones para las actividades a ser desarrolladas |
| | Fomentar la reflexión y el trabajo individual | Dar imagen de seguridad en las decisiones | Valorar las ideas prácticas y útiles |
| | No forzar las intervenciones | Seguir la planificación del curso | |
| | No improvisar | Exigir y valorar que sus trabajos estén bien presentados | |
| | | No improvisar | |

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez (2008).

Estas tablas sugieren que los cursos indicados presentan una fuerte tendencia a lo teórico y abstracto frente al carácter pragmático-reflexivo que se le atribuye a la ingeniería y que se espera caracterice los estilos de aprendizaje de los estudiantes de esta disciplina. Evidencian además la existencia de discrepancias entre lo que los cursos proponen y es sustentado por muchos docentes, y lo que los estudiantes de ingeniería requieren, a tal punto que podrían constituirse en limitadoras del aprendizaje, estimuladoras de la reprobación y una de las causas de deserción. Por lo anterior, tales cursos podrían no estar contribuyendo con la adquisición o desarrollo de las competencias laborales que los educandos en ingeniería requieren. A lo sumo, contribuirían con el desarrollo de competencias académicas, aquellas que les permiten a los estudiantes transitar hacia los cursos específicos de su carrera.

Las tablas evidencian además que en dichos cursos no se estimula el trabajo en equipo. El uso de las tecnologías digitales es marginal, no se abordan problemas del entorno y los conocimientos adquiridos están ligados a los textos propuestos y la realidad que proponen, es decir, no toman en cuenta el entorno y el impacto que la ingeniería tiene en el mismo, ya sea desde su perspectiva natural o social.

Frente a lo anterior, proyectos como los descritos por Zúñiga (2007) y Camarena (2010) evidencian que es posible, conveniente y necesario desarrollar este tipo de cursos desde una perspectiva que tome en cuenta los estilos de aprendizaje reflexivo y pragmático propios de los estudiantes de Ingeniería, para favorecer el trabajo en grupos y equipos, posibilitar la construcción de zonas de desarrollo próximo, y desarrollar la solidaridad y el apoyo mutuo. Estos aspectos potenciarían el surgimiento de las competencias que requerirán en su labor profesional, sin que ello implique desligarse de las competencias académicas propias de su condición de estudiante.

Las tablas dejan claro que es el estilo teórico donde se encuentran la mayor cantidad de aspectos a ser desarrollados en los cursos, lo cual refuerza que la actividad más significativa del acto pedagógico recae en la enseñanza, lo que privilegia los estilos de aprendizaje teórico y reflexivo y deja en un tercer plano el estilo pragmático. Tales cursos dependen en gran medida del estilo de enseñanza de los docentes, los cuales generalmente son especialistas en matemáticas o enseñanza de las matemáticas, y tienden a enseñar como les habría gustado aprender (Gallego y Nevot, 2008). Frecuentemente, su estilo se caracteriza por ser teórico y reflexivo. Esto aleja a los educandos de considerar las potenciales aplicaciones de la Ingeniería desde una perspectiva holística, y al centrarse el acto educativo en el seguimiento de un programa verticalizado y discursivo, se reduce así la posibilidad de desarrollar distintas heurísticas.

Se puede considerar entonces que los cursos indicados están centrados en contenidos presentados mediante un traslado vertical profesor-alumno, propio de la educación bancaria, y que, en el mejor de los casos estarían estimulando competencias académicas, desligadas de las competencias profesionales, lo que hace que se pierda o dificulte el ligamen del estudiante con la realidad. Por ello su aporte al desarrollo de competencias laborales es limitado o nulo.

De esta manera, consciente o inconscientemente, los cursos indicados favorecen a aquellos estudiantes que responden positivamente a un desarrollo lineal-secuencial de su

intelectualidad y cuyo estilo de aprendizaje es fundamentalmente teórico o teórico-reflexivo. Centran el esfuerzo de aprendizaje en el desarrollo de competencias académicas, lo que implica un alejamiento de la realidad profesional y conlleva una discrepancia entre el quehacer universitario y el carácter holístico-heurístico que se vive fuera de la universidad.

Conclusiones

Si la humanidad ha desarrollado las ciencias naturales y las matemáticas para tratar de comprender y explicar la naturaleza, la ingeniería tiene por misión transformarla con sentido y responsabilidad social, por lo que se hace necesario que los ingenieros dominen tales áreas del conocimiento de manera clara y distinta, pero además tengan conciencia del impacto social de su labor profesional.

La Ingeniería es una forma de dar respuesta a determinados problemas naturales y sociales, particularmente aquellos que afectan las condiciones materiales de vida de las personas, por lo que se requiere que los ingenieros desarrollen la capacidad de reflexión para establecer los mecanismos más pragmáticos posibles de cómo resolverlos, tomando en cuenta que los problemas anteceden al desarrollo de la Ingeniería. Su quehacer debe ser visto más como un efecto que como una causa, sin que esto niegue que, debido al resultado de su acción, la transformación de los entornos haga de la Ingeniería una causa y no solo un efecto. Esto hace que la naturaleza, el entorno social y la Ingeniería constituyan partes de una relación dialéctica en la que mutuamente se afectan, crecen y desarrollan.

La Ingeniería como área del quehacer humano es un bien social, por lo que se requiere que el ingeniero sea capaz de apreciar el impacto de su acción en la sociedad en que se encuentra inserto, y tomar en cuenta que sus decisiones tendrán un efecto concreto. Esto hace necesario que su formación sea parte de un proceso que considere las implicaciones sociales que podrían generar las soluciones que proponga o implemente. Por ello debe prevalecer el bien común por encima del individual, lo cual solo es posible cuando el ingeniero logra comprender el papel que, en conjunto con los saberes humanos, tiene su disciplina.

La formación de los ingenieros a nivel universitario debe incluir el desarrollo de competencias académicas y laborales. Las primeras, para su desempeño como aprendices y las segundas, para su desempeño profesional. Estos dos tipos de competencias pueden y deben ser potenciadas desde el quehacer universitario, en la medida en que la universidad

mantenga un estrecho vínculo con la realidad fuera de sus aulas. Así, el proceso de aprendizaje de la Ingeniería se podría enmarcar dentro de un modelo educativo que considere a la disciplina en sus múltiples interacciones con otras lo que contribuiría al desarrollo de una visión holística por parte de los educandos, modelo en el cual sería posible incluir distintas heurísticas en los cursos que requiere.

El modelo educativo transmisivo, lineal-secuencial, basado en el discurso del docente, que se aprecia usualmente en los cursos de matemáticas, basados en la solución de ejercicios "tipo" presentados por los profesores y que están contenidos en los textos o son colocados en plataformas virtuales, que llevan a los estudiantes hacia la mecanización, la acción acrítica y la enajenación debe ser sustituido por otro donde los educandos sean los constructores de sus conocimientos y con ello desarrollen sus competencias. Este nuevo modelo debe tomar en consideración las características inherentes a la Ingeniería vistas desde las perspectivas transdisciplinar-multidisciplinar, reflexivo-pragmática y holística-heurística que consideren el impacto de la disciplina sobre el entorno natural-social y las modificaciones en las interacciones sociales que tal impacto conlleva. Así se podrán insertar en la dimensión de Humanidad, en una relación pacífica y respetuosa, promoviendo interacciones sociales basadas en el respeto hacia los demás, donde los conocimientos constituyan instrumentos de trabajo y no parcelas de sabiduría.

Por su parte, las universidades enfrentan el reto de formar ingenieros capaces de desarrollar competencias que les permitan responder a los problemas locales sin que eso signifique sacrificar su posible inserción en el mundo. De esta manera el educando podrá verse como parte de la sociedad en la cual participa, valorará la importancia de su trabajo para el beneficio de su comunidad, y a la vez se verá como ciudadano global.

En el caso del aprendizaje de las matemáticas, es necesario que los docentes de esta disciplina tengan una idea clara de qué es y cómo se piensa desde la Ingeniería para comprender cómo piensan los ingenieros y por qué para ellos son tan importantes las heurísticas. De ahí la importancia de que sean capacitados, actualizados y "alfabetizados" en términos de la relación ingeniería, matemáticas y competencias, de manera que su labor docente pueda contribuir a la formación de las competencias requeridas por los futuros ingenieros.

La Ingeniería, las matemáticas y las competencias constituyen tres factores que deben conjugarse en un todo capaz de contribuir a la búsqueda de la verdad, el bien común y la

solución de problemas naturales y sociales que permitan un reparto lo más equitativo posible de los beneficios de su acción, ya que: "A través de las soluciones de ingeniería se intenta superar la vulnerabilidad de los humanos frente a los elementos" (Cañón, 2006, pág. 56)

En el caso particular de los cursos de cálculo MA-1001, MA-1002 y MA-1003 de la UCR, es válido considerar que muestran evidencias de que su contribución al desarrollo de las competencias, tanto académicas, como laborales, requeridas por los estudiantes de Ingeniería, es limitado o nulo debido a que poseen un fuerte componente transmisivo, son fundamentalmente de carácter teórico, están ligados al estilo de enseñanza de los profesores, se enfocan en un aprendizaje mnemotécnico y no significativo, no contribuyen a generar instrumentos de trabajo para la solución de problemas reales y no toman en cuenta los Estilos de Aprendizaje preferentes de los estudiantes de Ingeniería.

Lo anterior obliga al graduado en Ingeniería a confrontar los diferentes conocimientos adquiridos académicamente con los retos y problemas que debe asumir como profesional y enfrentarlos por cuenta propia, como si estas fueran dos realidades distintas que él debe integrar y homogenizar posterior a su titulación. Sin embargo, los trabajos realizados por Zúñiga (2007) y Camarena (2010) sugieren que esto puede cambiar, para mejorar.

Referencias

- 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), 4-22. Recuperado de www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/
- Alonso, Catalina, Gallego, Domingo y Honey, Peter. (2004). *Los Estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao, España. Ediciones Mensajero.
- Amado, María Guadalupe; Brito, Reina y Pérez, Carlos. (2007). *Estilos de aprendizaje de estudiantes de Educación Superior*. Instituto Tecnológico de Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. Recuperado de www.alammi.info/revista/numero2/pon_0011.pdf
- 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://bv.cdeacf.ca/record.php?record=19246678124910648509>

- Argudín, Yolanda. (2001). Educación basada en competencias. *Educar Revista de Educación / Nueva época*. (16). Recuperado de http://www.lie.upn.mx/docs/docinteres/Educacion_basada_en_competencias.doc
- Camarena, Patricia. (2010). La modelación matemática en la formación del ingeniero. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:RNxSLIP-668J:www.m2real.org/spip.php%3Farticle152+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk>
- Cañón, Julio. (2006). La agenda interna para la formación de ingenieros. *Revista Educación en Ingeniería*, 1(1), 50-64. Recuperado de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/143/125>
- Chatterjee, Anindya. (2005). Mathematics in engineering. *Current Science*, 88(3), 405-414. Recuperado de <http://www.iisc.ernet.in/currsci/feb102005/405.pdf>
- Coll, César. (2007). Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de Innovación Educativa*, (161), 34-39. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/39218782_Las_competencias_en_la_educacion_escolar_algo_ms_que_una_moda_y_mucho_menos_que_un_remedio/file/3deec51a375e717f69.pdf
- Delors, Jacques. (1997). *La educación encierra un tesoro*. México: UNESCO
- Dirección General de Educación y Cultura de la Comisión Europea. (2004). *Competencias clave para un aprendizaje a lo largo de la vida. Un marco de referencia europeo*. Recuperado de http://www.educastur.princast.es/info/calidad/indicadores/doc/comision_europea.pdf
- Duval, Raymond. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10649-006-0400-z>
- Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica. (2013). Página Oficial. Recuperado de <http://www.ingagri.ucr.ac.cr/>
- Escuela de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Costa Rica. (2013). Página Oficial. Recuperado de <http://eie.ucr.ac.cr/>
- Escuela de Matemáticas, Universidad de Costa Rica. (s.f.). Cartas al Estudiante. Recuperado de <http://www.emate.ucr.ac.cr/?q=taxonomy/term/13>
- Feito, Rafael. (2008). Competencias educativas: hacia un aprendizaje genuino. *Andalucía Educativa*, (66), 24-26. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/averroes/mochiladigital/didactica/Andalucia_educativa_competencias_educativas.pdf

- Frade, Laura. (2009). *Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta el bachillerato*. México D.F.: Inteligencia Educativa.
- Gallego, Domingo y Alonso, Catalina. (2008). Estilos de aprender en el siglo XXI. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 2(2), 23-34. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_2/artigos/lsr_2_octubre_2008.pdf
- 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 <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0808120095A>
- García, José. (2011). *La Incidencia de los Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería Eléctrica en la Sede Guanacaste de la Universidad de Costa Rica con el Aprendizaje del Cálculo Diferencial* (Tesis para optar al grado de Maestría en Educación). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, México.
- García, José. (2013a). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37(1), 29-42. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/10627>
- García, José. (2013b). Reflexiones sobre los estilos de aprendizaje y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 13(1), 1-28. Recuperado de <http://revista.inie.ucr.ac.cr/buscar-articles/controlador/Article/accion/show/articulo/reflexiones-sobre-los-estilos-de-aprendizaje-y-el-aprendizaje-del-calculo-para-ingenieria.html>
- Grasha, Anthony. (2002). *Teaching with style. A practical guide to enhancing learning by understanding teaching and learning Styles*. California, USA: Alliance Publishers. Recuperado de http://www.ius.edu/ilte/pdf/teaching_with_style.pdf
- Guevara, Rolando. (1991). *La matemática y la actividad humana*. Fascículo de actividades. San José, Costa Rica: EUNED.
- Idris, Noraini. (2009). Enhancing students understanding in calculus trough writing. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4(1), 36-55. Recuperado de www.iejme.com/012009/d3.pdf
- Malva, Alberto; Rogiano, Cristina; Roldán, Gabriela; Banchik, Matilde. (2008). *Fortaleciendo las habilidades matemáticas de los alumnos ingresantes desde los entornos virtuales*. *Revista Premisa*, 39, 36-44. Recuperado de www.soarem.org.ar/Documentos/39%20Alberto.pdf
- Martínez, Pedro. (2008). Estilos de aprendizaje: Pautas metodológicas para trabajar en el aula. *Revista Complutense de Educación*, 19(1), 77-94. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0808120077A/15556>

- Marzo, Mercedes; Pedraja, Marta y Rivera, Pilar. (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros. *Revista de Educación*, (341), 643-661. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2165289>
- Melo, Martha. (2003). Las matemáticas en la ingeniería a través de la historia. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, (13), 53-60. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101306>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2006). *La definición y selección de competencias clave. Resumen Ejecutivo*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Recuperado de <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf>
- Ortega Rosario. (2008). Competencias para una educación cosmopolita. *Andalucía Educativa*, (66), 26-30. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portal/com/bin/Contenidos/IEFP/ANDALUCIA EDUCATIVA/ANDALUCIA EDUCATIVA/1214912599035_en_portada.pdf
- Osorio, Carlos. (2004). *Los efectos de la Ingeniería en el aspecto humano*. Conferencia presentada en el XXIX Convención Panamericana de Ingeniería. UPADI 2004. Ciudad de México, Septiembre 22 al 25 de 2004. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/osorio7.htm>
- Padilla, Mar. (14 de junio, 2004). El conocimiento humanístico debería ahora ser más importante que nunca. *El País*. Recuperado de http://elpais.com/diario/2004/06/14/educacion/1087164007_850215.html
- Popescu, Elvira. (2008). Dynamic adaptive hypermedia systems for e-learning. Doctorat Tis. Université de Craiova, Roumanie. Recuperado de http://software.ucv.ro/~epopescu/welsa/abstract_en.pdf
- Pulido, Manuel; De la Torre, Manuel; Luque, Pedro y Palomo, Antonio. (2009). Estilos de enseñanza y aprendizaje en el EEES: un enfoque cualitativo. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(4), 127-139. Recuperado de http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_4/Artigos/lsr_4_articulo_9.pdf
- Ruiz, Ángel y Chavarría, Jesennia. (2003). Educación matemática: escenario histórico internacional y construcción de una nueva disciplina. *Revista UNICIENCIA*, 20(2), 11-27. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Salas, Walter. (2005). Formación por competencias en la educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(9), 1-10. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/1036Salas.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), 355-382. Recuperado de www.clame.org.mx/relime.htm
- Thomson, Barbara and Mazcasine, John. (2000). *Attending to Learning Styles in Mathematics and Science Classrooms*. *ERIC Digest*. Recuperado de <http://www.ericdigests.org/2000-1/attending.html>
- Urrego-Giraldo, German y Giraldo, Gloria. (2009). Incorporación de las competencias al modelo de construcción de currículos de ingeniería basados en problemas: el caso de la ingeniería de sistemas. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(3), 33-44. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133112611003>
- Valencia, Asdrúbal. (2004). La relación entre la ingeniería y la ciencia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (31), 156-174. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43003113>
- Vrancken, Silvia; Gregorini, María Inés; Engler, Adriana; Muller, Daniela y Hecklein, Marcela. (2006). Dificultades relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje del concepto de límite. *Revista PREMISA*, 8(29), 9-19. Recuperado de <http://www.soarem.org.ar/Documentos/29%20vrancken.pdf>
- Zúñiga, Leopoldo. (2007). El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 10(1), 145-175. Recuperado de <http://www.clame.org.mx/relime.htm>