

FORMACIÓN DE INGENIEROS INFORMÁTICOS COMO GESTORES DE INNOVACIÓN: TRANSFORMADORES DE VIDAS, CONSTRUCTORES DE FUTUROS POSIBLES

O. López Cruz¹
C. Ortiz Buitrago²

RESUMEN

Con el fin de revertir la tendencia a disminuir la cantidad de estudiantes matriculados en las nuevas cohortes entre 2001 y 2007 se realizó un proceso para crear un plan de estudios que atendiera las múltiples restricciones y retos impuestos por referentes internacionales, nacionales e institucionales. Si bien al inicio en 2009 se tendió a pensar que era una situación explicable por la elasticidad precio de la demanda en la ‘cantidad de estudiantes matriculados en nuevas cohortes’ en relación con el ‘precio de la matrícula semestral’, el estancamiento de la primera variable llevó a realizar un estudio que permitiera la ingeniería de un plan de estudios para formar ‘ingenieros de sistemas’ (equivalentes en Colombia a ingenieros en Informática) con enfoque biopsicosocial y cultural, bajo el modelo pedagógico de aprendizaje significativo y con competencias como agentes innovadores, ésto es, profesionistas generadores de transformación en las escalas individual, organizacional y social. La elasticidad precio de la demanda se interpretó como variable proxy del grado de atracción del programa. Luego de iniciado el diseño y construcción del plan de estudios, se encontró un cambio en la caracterización de dicha elasticidad, cambiando de elástica a inelástica. Junto con los resultados de la evaluación semestral realizada por los estudiantes de las cohortes del nuevo plan de estudios, frente a los del plan de estudios anterior, que se interpreta como el grado de satisfacción del estudiante, se empiezan a obtener los resultados esperados.

ANTECEDENTES

La formulación de un plan de estudios para la formación de profesionistas en Informática en una Institución de Educación Superior (IES) en Latinoamérica es un desafío que enfrenta varias tensiones: (i) desarrollar las competencias requeridas en los nuevos profesionistas por la industria internacional del software vs desarrollar el perfil profesional demandado por las empresas nacionales de informática, (ii) atender la necesidad de consolidar una identidad propia del programa académico vs mantener actualizado el plan de estudios; (iii) cumplir con las directrices de referentes internacionales como ACM vs enmarcarse dentro de las directrices nacionales para programas de pregrado en ingeniería, (iv) cumplir con las normas nacionales para planes de estudio en ingeniería vs. mantener la identidad con la IES en la cual se desarrolla el programa de formación de profesionistas en informática, (v) formar ingenieros con conocimientos pertinentes (UNESCO, 1998). A su entorno inmediato para transformarlo sin alterar su esencia vs. formar ingenieros con una perspectiva global incluyente de la humanidad y el planeta (Ayora, Herrera; Solís Rodríguez & Mena Romero, 2015 y Castro et al., 2004).

Estas tensiones son más fuertes al tratarse de un programa de estudios de una universidad privada en Latinoamérica y además: (vi) fijar precios semestrales de matrícula de un estudiante para mejorar los ingresos institucionales vs mantener los precios de matrícula más bajos posibles para facilitar el acceso de los interesados, (vii) investigar para generar nuevo conocimiento vs investigar para mantener la dinámica del plan de estudios, con recursos

¹ Docente Investigador de la Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. orlandodolopez@unbosque.edu.co.

² Coordinador Académico Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. coordinacion.sistemas@unbosque.edu.co.

financieros altamente restringidos. Este desafío se traduce en responder la pregunta ¿cómo diseñar un plan de estudios de grado (o *bachelor* en términos de la Declaración de Bologna) que forme profesionistas competentes para liderar la generación de cambios en el ejercicio de su profesión, el contexto en donde ejecuta las actividades de su profesión y sentido bioético?

El objetivo de este documento es presentar el proceso de construcción de un nuevo plan de estudios de un programa de licenciatura en Ingeniería de Sistemas, llevado a cabo entre 2012 y el segundo semestre de 2014 (2014-2) cuando fuera presentado al Ministerio de Educación Nacional de Colombia – MEN. Se recibió Resolución de aprobación en el primer semestre de 2015 (2015-1) y se inició la implantación del nuevo plan de estudios en el segundo semestre de 2015 (2015-2) en un escenario de disminución en la cantidad estudiantes matriculados y alta deserción –fenómeno concordante con la tendencia mundial (Kori et al., 2015; Maillet & Porta, 2010; Nikula, Alaoutinen, Kasurinen, & Pirinen, 2009)- y mostrar cómo se revirtió dicha tendencia con la formación de profesionistas con la impronta de liderar transformaciones en las escalas individual, organizacional y de la sociedad, con capacidad de ejercer su profesión en contextos locales y globales, transformar su entorno en su complejidad mediante artefactos que resulten de proyectos de tecnologías de información y comunicación gestionados de forma responsable y competencias básicas en investigación.

Enfoque de la Universidad y Modelo Pedagógico

El currículo de cada programa de la Universidad El Bosque se desarrolla dentro del enfoque Bio Psico Social y Cultural que deriva en el principio institucional de propender por una cultura de la vida, su calidad y su sentido. Por directriz de la Universidad, se adopta el modelo pedagógico de aprendizaje significativo (Fink, 2013), que concentra su esfuerzo en el estudiante como agente activo del proceso de formación, en tres grandes momentos (i) inmersión en la vida universitaria, (ii) desarrollo de la vida universitaria y (iii) preparación para la vida laboral.

Comité de Currículo del Programa: conformación y tiempo dedicado al cambio

Este comité es presidido por la Dirección del Programa y está integrado por un equipo multidisciplinario de profesionistas de disciplinas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica, Antropología y Economía que se reúne mensualmente. Este comité examinó el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad El Bosque, las normas nacionales vigentes de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, por ejemplo y los referentes internacionales pertinentes (ACM-IEEE, 2013; Ardis et al., 2015; Passow, 2012; Sahami et al., 2013; Shuman, Besterfield-Sacre, & McGourty, 2005). Se acogió en el plan de estudios las áreas de formación establecidas por ACOFI: (i) Ciencias Básicas, (ii) Ciencias Básicas de Ingeniería, (iii) Ingeniería Aplicada, (iv) Formación Complementaria, representadas en el comité por un docente líder. Los temas tratados en las reuniones del comité se registran en actas que se conservan en el archivo de gestión del Programa.

Propósito principal y referentes del Comité de Currículo

El propósito principal de este comité es velar por el logro de los objetivos de aprendizaje de los profesionales en formación, para lo cual se consideran: (1) el plan de estudios que se divide en tres momentos con un núcleo problémico cada uno, que sirve a los propósitos de generar experiencias académicas específicas de los profesionales en formación. Cada núcleo

problémico se desdobra en varios espacios académicos de formación que se acostumbran llamar cursos, pero son más que sólo contenidos de conocimiento particular, que están integrados entre sí a través de (a) unidades de discurso, (b) estrategias de acercamiento a la realidad y, finalmente, (c) competencias clave requeridas para abordar/superar cada núcleo problémico y (2) el perfil del egresado que es elemento declarativo inicial del Proyecto Educativo del Programa (PEP).

Desarrollo del Plan de Estudios

Las tres funciones básicas de la Universidad - docencia, investigación y proyección (Mayorga, 1999 p.39)- también se despliegan en el plan de estudios. Por lo cual, dicho comité evalúa permanentemente que el estudiante desarrolle competencias para delimitar problemas y proponer soluciones, que el profesional en formación entienda que el ejercicio profesional y las situaciones que enfrenta se deben abordar con alta idoneidad disciplinar y al mismo tiempo, desde una perspectiva multidisciplinar que le facilite la comprensión y mejora de situaciones complejas enfocadas en el modelo biopsicosocial y cultural de la Universidad. Corolario de lo anterior es que los estudiantes son estudiantes del Programa y no solamente de un curso o asignatura.

La dinámica normal del desarrollo del plan de estudios, semestre a semestre, exige el enriquecimiento permanente y el desarrollo curricular del Programa. Los resultados de las reflexiones sobre el desarrollo de cada curso se presentan al comité, junto con todas las propuestas de mejora. El comité las discute en sesión ordinaria y de ser necesario, establece el área idónea para liderar el respectivo estudio y análisis de las oportunidades de mejora al plan de estudios, partiendo de la coherencia entre los tres núcleos problémicos, el modelo pedagógico, el enfoque Biopsicosocial y cultural y por consiguiente, el perfil del egresado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque.

Como consecuencia de lo anterior, cada oportunidad de mejora se evalúa en la óptica de lo multidisciplinar y lo interdisciplinar, encontrando (i) la manera como dicha mejora apoya el logro de las competencias definidas para el profesional en formación, (ii) la coherencia con la forma –la estrategia- que permite desarrollar las competencias en cada uno de los tres ciclos estructurales de desarrollo del Plan de Estudios, (iii) la “transversalidad”, entendida como una integración vertical y horizontal, con las áreas interrelacionadas en cada uno de ellos.

Superada esta fase de análisis y contextualización dentro del plan de estudios, los resultados son presentados para nuevo debate en sesión del comité de currículo, con la finalidad de determinar su aprobación, su mejoramiento o su denegación.

Del plan de estudios anterior al nuevo plan de estudios

El plan de estudios anterior estaba conformado por 174 créditos académicos desplegado en 64 cursos presenciales, idealmente cursados en diez (10) semestres que usualmente se extendían por uno y hasta tres semestres más, dependiendo del desempeño académico del estudiante y de su dedicación (ésto para el estudiante nocturno que reduce la carga de créditos semestrales). En contraste, el plan de estudios actual está conformado por 149 créditos académicos desplegado en 61 cursos –algunos en modalidad de aprendizaje integrado semipresencial (*blended learning*)- que pueden ser cursados en un mínimo de ocho (8)

semestres con la dedicación adecuada. Se mantuvo la equivalencia de un (1) crédito a 48 horas de trabajo en el periodo académico.

METODOLOGÍA

Se consideraron como variables principales: (a) la cantidad de estudiantes matriculados en cada cohorte, (b) el precio de la matrícula semestral, (c) la satisfacción del estudiante con el programa medida a partir de las evaluaciones realizadas por cada estudiante al finalizar cada semestre y (d) la atracción del programa medida por la elasticidad precio de la demanda como variable proxy.

El estudio se adelantó realizando cinco etapas: (1) levantamiento de datos de: (a) los programas ofrecidos en el país en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior-SNIES, categorizando por ciudades, por cantidad de créditos de cada programa y modalidad (presencial o virtual), (b) estudio del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “*Prosperidad para Todos*”, (c) identificación de tendencias en los planes de estudio en el entorno internacional a partir de ACM y en el entorno nacional con datos de ACOFI y (d) identificación de tendencias en TIC a partir de información de gremios (REDIS – Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas; ACIS – Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas) y revistas especializadas; (2) reuniones con: (a) egresados para conocer su posición laboral y percepción de lo más útil y menos útil de sus estudios de acuerdo con lo exigido en su trabajo, (b) reuniones con empresarios que contrataron egresados para conocer la percepción de las fortalezas y debilidades de los egresados en su empresa, (c) el comité de currículo para construir un plan de estudios acorde con las expectativas de los candidatos a formarse en informática y revertir la tendencia a la disminución de estudiantes matriculados en nuevas cohortes; (3) documentación: registro de participantes y preparación de actas como fuente de datos y memoria del proceso. Las actas reposan en el archivo de gestión del programa de Ingeniería de Sistemas; (4) diseño del plan de estudios: Se acordó establecer un proceso de diseño de un plan de estudios para atender las restricciones impuestas, especialmente enfocando el perfil a informáticos diseñadores de “sistemas de información”, no sólo de programas de computador, con enfoque hacia las organizaciones inscritas en la realidad económica nacional y regional (Director, Khosla, Rohrer, & Rutenbar, 1995; Eleri, Prior, Lloyd, Thomas, & Newman-Ford, 2007); (5) sometimiento del documento resultante con la propuesta del nuevo plan de estudios a instancias internas y luego externas a la Universidad.

Las instancias internas a la Universidad fueron sucesivamente: (1) División de Calidad de la Universidad, (2) Consejo de Facultad de Ingeniería, (3) Consejo Académico, (4) Consejo Directivo y (5) Claustro de la Universidad. Al exterior de la Universidad se presentó ante el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) del Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia.

Pasados cinco (5) meses de la presentación del documento con el nuevo plan de estudios ante el MEN, se recibió resolución de aprobación (Resolución número 06540 - 12 Mayo 2015), advirtiendo que debían ser respetados los derechos de los estudiantes matriculados, para lo cual se estableció un plan de transición que implicó sostener en paralelo la operación de dos planes de estudio: uno de 174 créditos y otro de 149. Los estudiantes nuevos iniciaron su formación con el nuevo plan de estudios en 2015-2 y con el fin de disminuir el impacto sobre

la operación del programa, se propuso un plan de transición para los estudiantes ya vinculados al Programa, con base en homologación entre el plan anterior y el plan actualizado. La decisión estaba al libre albedrío de cada estudiante que ya estaba vinculado y fue de buen recibo para estudiantes que habían cursado y aprobado hasta 88 créditos del plan de estudios anterior.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El plan de estudios resultante de 149 créditos significó una importante disminución de 67 a 36 prerrequisitos establecidos para los cursos. Este es un componente de flexibilidad que, junto con los cursos electivos, impacta la formación de los estudiantes en ingeniería como profesionales responsables y conscientes gestionar su propio proceso de aprendizaje (Fink, 2013) y materializa la transformación en un primer nivel: el estudiante como individuo, como ser humano, que realiza su propio proceso de transformación en un ciudadano responsable consigo mismo, ejerce su autonomía transformándose a sí mismo como punto de partida para ser un agente transformador de su entorno. Así, se concibió la escala de formación del nuevo profesional en tres escalas: primero la escala individual, la segunda la escala organizacional y la tercera la escala de la sociedad.

El impacto en la formación del estudiante en la escala organizacional y para intentar disolver la aparente inaplicabilidad –como parte de muchas de las dificultades- de las matemáticas para resolver problemas de las organizaciones. (Cano Ibarra, Ramos Beltrán, & Medina Torres, 2016; Laguna Cortés, Alvarado Arellano, & Santacruz Vázquez, 2016): (1) se integró la enseñanza del cálculo integral y ecuaciones diferenciales en un único curso y (2) se diseñó un curso específico de “Matemáticas Aplicadas” que, a diferencia de los cursos tradicionales de “matemáticas especiales” que se concentran en métodos analíticos como ecuación de Bessel, serie de Frobenius, transformadas (de Laplace, de Fourier, Z), variable compleja, ecuaciones diferenciales parciales, ecuaciones de diferencia, entre otros temas, se enfoca en la presentación y demostración de uso de matemáticas de la complejidad, a partir de las necesidades de nuevo conocimiento en los que los conceptos de dinámica autorregulada, emergencia, autoorganización, sistemas dinámicos adaptativos evocan la complejidad como método de pensamiento (Delgado Díaz, 2007 p.84 y ss.), se aborda el uso de autómatas celulares como medio de diseño de sistemas con comportamientos emergentes, análisis de redes (Newman, 2001 y Wasserman, 1994) e introducción a redes neuronales artificiales para diseñar sistemas de información orientados a modificar efectivamente situaciones de las organizaciones.

En la escala de la sociedad, el impacto del nuevo plan de estudios en la formación del estudiante es la orientación a formar ingenieros informáticos que, además de altas competencias técnicas en su disciplina, comprendan que el rol del ingeniero va más allá de explicar o predecir (Olaya, 2012, 2013; Petroski, 2011; Van de Poel, 2009) y exige competencias para diseñar situaciones deseadas en el contexto de una economía basada en conocimiento (Godin y Leydesdorff, 2006). Esto es, que efectivamente actúen como agentes que diseñan e implementan artefactos tecnológicos que generan transformaciones de situaciones del contexto en donde ejerce su profesión y en donde son dispuestos los artefactos que diseña, construye y distribuye. Este enfoque orienta la formación del ingeniero como transformador de la sociedad. Todo lo anterior deriva no sólo en una educación centrada en el estudiante, sino en la educación de un “profesional en formación” consciente de su

responsabilidad transformadora consigo mismo, con su entorno organizacional y con la sociedad.

Así, el profesional en formación comprende la innovación como resultado de la generación de valor por parte del ingeniero, que despliega sus competencias para que la información de la organización genere ventaja competitiva (Porter, 1998) y mantenga o mejore la productividad, pese a las paradojas de las TIC (Lucas, 1999; Lucas Jr, 1975), gestionando el conocimiento organizacional por medio de TIC (Ale, Toledo, Chiotti, & Galli, 2014) y también como medio para una transformación eficaz de las organizaciones y los procesos sociales.

Además de una fuerte formación en programación de computadores (cinco cursos) en el momento de ‘inmersión en la vida universitaria’, formación para la construcción de sistemas de información en los momentos de ‘desarrollo de la vida universitaria’ y ‘preparación para la vida laboral’, se desarrollan cursos para formar competencias en el diseño de ingeniería desde el enfoque de la complejidad como: ‘Matemáticas Aplicadas’ –presentada antes en este documento-, ‘Dinámica de Sistemas’ (en el sentido de *Business Dynamics*), ‘Modelos y Simulación de Sistemas’ (sistemas de información en tanto sistemas sociales) e ‘Historia y Filosofía de la Ingeniería’.

Por otra parte, al examinar la variable ‘precio de la matrícula semestral’ se observó que su valor era igual tanto en los horarios del día como de la noche, entre 1998 y 2000 (Tabla 1). En consideración a que la cantidad de créditos cursados por semestre (por cada estudiante) en la noche es menor que en el día, a partir de 2001 el valor de la matrícula en horario de la noche se diferenció. Para el año 2009 se identificó una caída en la cantidad de estudiantes matriculados nueva cohorte (tanto en el primero como en el segundo semestre de los años anteriores) hasta llegar a 10 estudiantes en día y 12 estudiantes en la noche. Al indagar sobre la elasticidad precio de la demanda del precio de la matrícula en un estudio presentado al Consejo Directivo por el representante de los docentes, se caracterizó como elástica y por tanto, se decidió que entre 2009 y 2010 (Tabla 1) no habría incremento en el precio de la matrícula semestral.

**Tabla 1. Precios de matrícula a valores constantes entre 1998 y 2017.
(Datos en miles de COL\$ a precios corrientes).**

Año		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Precio Matrícula	Día	1.476	1.771	1.248	2.069	2.280	2.440	2.600	2.760	2.926	3.040
	Noche	1.476	1.771	1.248	1.345	1.410	1.510	2.000	2.120	2.247	2.340
Año		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Precio Matrícula	Día	3.200	3.425	3.425	3.520	3.660	3.800	3.970	4.170	4.441	4.810
	Noche	2.460	2.630	2.630	2.700	2.850	2.950	3.130	3.290	3.504	3.795

Aunque el resultado fue la duplicación de los matriculados a nuevas cohortes en los años 2010, 2011 y 2012, el crecimiento se estancó alrededor de 20 estudiantes en primer semestre en el día y en la noche. Este exiguo resultado fue indicativo de que el precio, si bien es un

factor importante en la determinación de la cantidad de matriculados, no es el único. Por eso, en 2012 se inició el estudio de la actualización del plan de estudios, como se presenta aquí.

Dicho estudio vinculó varios actores: empleadores, egresados, estudiantes, docentes y directivos de la Universidad. Sólo el anuncio de la realización de dicho estudio para actualizar el plan de estudios generó un incremento de la cantidad de matriculados en las nuevas cohortes en 2012, luego del efecto logrado con la congelación del precio de la matrícula semestral en 2010 (Figura 1).

Los datos muestran que, en contraste con el periodo 1998-2010 en el que la demanda era muy elástica, a partir de 2012 la demanda empieza a ser inelástica tanto en el día como en la noche y en los primeros y segundos semestres de cada año. De acuerdo con lo establecido, se puede inferir que el programa empezó a ser más atractivo a partir del anuncio de su actualización. Esto derivó en una significativa recuperación de la cantidad de estudiantes matriculados (Figura 1) en nuevas cohortes.

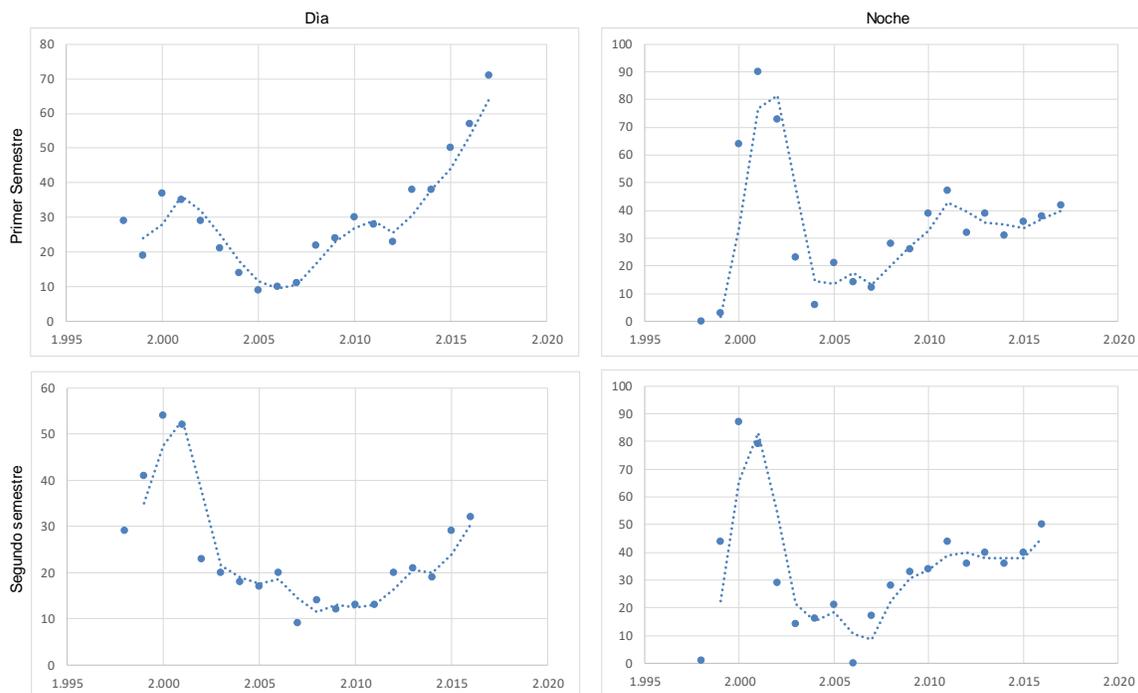


Figura 1. Cantidad de estudiantes matriculados cohortes nuevas. Día-primer semestre de cada año (arriba izquierda), Día- segundo semestre de cada año (abajo izquierda), noche-primer semestre de cada año (arriba derecha), noche-segundo semestre de cada año (abajo derecha), entre 1998 y 2017-1 (media móvil 2).

Las evaluaciones realizadas por los estudiantes al final de cada semestre, si bien son una actividad permanente del programa y de la Universidad muestran resultados en las cuatro cohortes del nuevo plan de estudio que al compararlas con las evaluaciones realizadas por los estudiantes de cohortes del plan de estudios previo, permiten inferir mayor satisfacción con el nuevo plan de estudio en el que se enfatiza la formación de ingenieros informáticos

que hacen ingeniería de sistemas de información para transformar con sentido ético los sistemas sociales en los que se inscriben los artefactos informáticos diseñados y construidos. Además de obtener la renovación de su registro calificado (Resolución número 10019 – 17 de noviembre, 2010) la Universidad El Bosque presentó de forma voluntaria el programa de Ingeniería de Sistemas para ser evaluado y obtuvo el reconocimiento de Acreditación de Alta Calidad en 2016 (Resolución número 19161 – 30 de septiembre, 2016).

CONCLUSIONES

Con el interés de revertir la tendencia a la disminución sostenida en la cantidad de estudiantes matriculados en cada cohorte, se presentó el proceso y los principios que guiaron la ingeniería del plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque con el objetivo de formar profesionistas con vocación innovadora y en consecuencia, transformadores de contextos a partir del diseño de sistemas de información de altas calidades técnicas y sentido ético.

Si bien en 2007 se creyó que la variable ‘precio semestral de la matrícula’ podría ser determinante de la cantidad de matriculados por cohorte, explicada por el análisis de elasticidad precio de la demanda, los resultados obtenidos fueron menos satisfactorios que lo esperados, lo cual motivó que a partir de los años 2011 y 2012 se iniciara un estudio que amplió el espectro de variables a considerar, pero especialmente la base conceptual para concebir, mediante el diseño de ingeniería, un plan de estudios acorde con la demanda de los empleadores, las expectativas de los estudiantes, las guías impuestas por referentes internacionales (ACM, ABET), nacionales (ACOFI, ACIS) e institucionales, como el enfoque biopsicosocial y cultural y el modelo pedagógico de aprendizaje significativo (Fink, 2013) adoptado por la Universidad El Bosque.

A partir de 2012, se detectaron modificaciones en la caracterización de la elasticidad precio de la demanda de la variable ‘cantidad de estudiantes en nuevas cohortes’, frente a la variable ‘precio de la matrícula semestral’ tanto para estudiantes del día como de la noche. Dicha elasticidad pasó de ser elástica a inelástica, lo que se interpreta como un mayor grado de atracción del programa. Lo anterior conjugado con los resultados de la evaluación semestral que los estudiantes de las cohortes del nuevo plan de estudios hacen de los cursos, al compararlas con los resultados de las evaluaciones realizadas por los estudiantes del plan de estudios anterior y que conforman el escenario mixto de transición, permite inferir un resultado exitoso de la transformación de un plan de estudios de ingenieros informáticos como agentes activos de la transformación de su entorno, tanto en la escala individual, como en la organizacional y en la social.

Entre varios posibles factores que podrían haber incidido sobre el comportamiento de las variables observadas dentro del diseño del plan de estudios y que no fueron incluidas, están los tres cambios de Director de Programa realizados entre 2008 y 2010. Por otra parte, podría ser incluido en el estudio que, entre 2011 y 2017, la conformación de la planta docente ha pasado a tener una mayor concentración de docentes con contratación de núcleo profesoral, frente a la disminución en docentes contratados a término fijo y mayor contratación de docentes con formación en niveles de maestría y doctorado.

BIBLIOGRAFÍA

- ACM-IEEE. (2013). *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science - December 20, 2013*. ISBN: 978-1-4503-2309-3. United States of America: The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society.
- Ale, M. A., Toledo, C. M., Chiotti, O., & Galli, M. R. (2014). A conceptual model and technological support for organizational knowledge management. *Science of Computer Programming*, 95, 73-92.
- Ardis, M., Budgen, D., Hislop, G. W., Offutt, J., Sebern, M., & Visser, W. (2015). SE 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. *Computer*, 48(11), 106-109.
- Ayora Herrera, E. E., Solís Rodríguez, L. E., & Mena Romero, D. Á. (2015). Propuesta curricular para la formación de ingenieros, en vinculación comunitaria intercultural. *Revista ANFEI Digital*(1).
- Cano Ibarra, S. T., Ramos Beltrán, J. A., & Medina Torres, M. G. (2016). Análisis del estrés académico en estudiantes de ingeniería como estrategia para el aprendizaje significativo. *Revista ANFEI Digital*(5), 1-8.
- Castro, G., Catebiel, V., Cobos, C., Corchuelo, M., Gaona, S., Matallana, E., . . . Cucuñame, N. S. (2004). *Propuesta curricular para la formación de ingenieros desde el enfoque en estudios CTS+i en la Universidad del Cauca*. Paper presented at the 3er Coloquio Internacional sobre Currículo, Popayán (Colombia).
- Delgado Díaz, C. J. (2007). *Hacia un nuevo saber: La bioética en la revolución contemporánea del saber* (Vol. 2). Bogotá D.C. : Universidad El Bosque.
- Director, S. W., Khosla, P. K., Rohrer, R. A., & Rutenbar, R. A. (1995). Reengineering the curriculum: Design and analysis of a new undergraduate electrical and computer engineering degree at Carnegie Mellon University. *Proceedings of the IEEE*, 83(9), 1246-1269.
- Eleri, B., Prior, J., Lloyd, S., Thomas, S., & Newman-Ford, L. (2007). Engineering more engineers—bridging the mathematics and careers advice gap. *engineering education*, 2(1), 23-32.
- Fink, L. D. (2013). *Creating significant learning experiences, revised and updated : an integrated approach to designing college courses*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Godin, B. (2006). The knowledge-based economy: conceptual framework or buzzword? *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), 17-30.
- Kori, K., Pedaste, M., Niitsoo, M., Kuusik, R., Altin, H., Tõnisson, E., . . . Siiman, L. (2015). Why do students choose to study Information and Communications Technology? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 2867-2872.
- Laguna Cortés, J. Ó., Alvarado Arellano, M., & Santacruz Vázquez, V. (2016). Problemática de la enseñanza y evaluación de las matemáticas en la formación para ingenieros. *Revista ANFEI Digital*(4), 1-9.
- Leydesdorff, L. A. (2006). *The knowledge based economy : modeled, measured, simulated*. Boca Raton, Florida: Universal Publishers.
- Lucas, H. C. (1999). *Information technology and the productivity paradox: Assessing the value of investing in IT*: Oxford University Press New York.
- Lucas Jr, H. C. (1975). Performance and the use of an information system. *Management Science*, 21(8), 908-919.

- Maillet, K., & Porta, M. (2010). *Consequences of the declining interest in computer science studies in Europe*. Paper presented at the Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE.
- Mayorga, R. (1999). Los desafíos a la universidad latinoamericana en el siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación. OEI*, 21, 25-40.
- Newman, M. E. (2001). Scientific collaboration networks. II. Shortest paths, weighted networks, and centrality. *Physical review E*, 64(1), 016132.
- Nikula, U., Alaoutinen, S., Kasurinen, J., & Pirinen, T. (2009). *Improving the Technical Infrastructure of a Programming Course*. Paper presented at the Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009. Ninth IEEE International Conference on.
- Olaya, C. (2012). The importance of being atheoretical: management as engineering *Systemic Management for Intelligent Organizations* (pp. 21-46): Springer.
- Olaya, C. (2013). *Más ingeniería y menos ciencia por favor*. Paper presented at the XI Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas, Monterrey, México.
- Passow, H. J. (2012). Which ABET competencies do engineering graduates find most important in their work? *Journal of Engineering Education*, 101(1), 95-118.
- Petroski, H. (2011). *The essential engineer: Why science alone will not solve our global problems*: Vintage.
- Porter, M. E. (1998). *Competitive strategy : techniques for analyzing industries and competitors : with a new introduction*. New York: Free Press. Traducción a castellano- Estrategia Competitiva : Técnicas Para El análisis De Los Sectores Industriales y De La Competencia. México D.F.: Compañía Editorial Continental, 1998.
- Sahami, M., Danyluk, A., Fincher, S., Fisher, K., Grossman, D., Hawthorne, E., . . . Roach, S. (2013). Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. *Association for Computing Machinery (ACM)-IEEE Computer Society*.
- Shuman, L. J., Besterfield-Sacre, M., & McGourty, J. (2005). The ABET “professional skills”—Can they be taught? Can they be assessed? *Journal of Engineering Education*, 94(1), 41-55.
- UNESCO. (1998). *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción y marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior*. United Nations Organization.
- Van de Poel, I. (2009). Philosophy and engineering: Setting the stage *Philosophy and Engineering*: (pp. 1-11): Springer.
- Wasserman, S. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8): Cambridge university press.