

# De las facultades de ingeniería... a las facultades de los ingenieros...

DOI: 10.29236/sistemas.n160a7

*Una visión retrospectiva de los aportes académicos de dos facultades de Ingeniería de Sistemas y Computación a las necesidades de la industria, desde la historia de dos profesionales de la ingeniería de sistemas y computación.*

## Prólogo

*“Va a poder reconocer, también, los grandes dilemas presentes en las diferentes épocas y las decisiones que se han tomado al respecto. Uno de ellos, quizás el más importante, es sobre el enfoque que debe tener el programa académico. Tiendo a pensar que la situación sería más clara si reconociéramos que gran parte del problema se debe a que estamos proponiendo varios programas de formación en uno solo, por lo cual las tensiones son inevitables. En la visión de la Asociación for Computing Machinery (ACM), la Ingeniería de Sistemas, tal y como la entendemos en Colombia, está relacionada con cinco programas distintos, lo cual facilita las cosas. Quizás es hora de que pensemos en hacer diferentes programas, como ha empezado a ocurrir en algunos lugares. Relacionado con el anterior hay otro dilema que ha estado presente en toda la historia del Departamento: si se debe tener una visión puramente técnica o una que tome en consideración las necesidades de las organizaciones y de las personas.” (Prieto Nãñez, 2015).*

## Introducción

Tomamos «prestado» este prólogo con las palabras del ingeniero Francisco Rueda Fajardo<sup>1</sup>, porque reflejan los efectos que la realidad del constante cambio tecnológico produce sobre la academia, los estudiantes y la industria. Este artículo pretende, con dos historias paralelas, mostrar los efectos de ese constante cambio desde la perspectiva del profesional de la ingeniería de sistemas y computación.

## Las historias

En 1977, cuando cursaba sexto de bachillerato (undécimo grado) recibí el resultado de las pruebas psicotécnicas realizadas por el Colegio Americano de Barranquilla. La recomendación: estudiar ingeniería. En ese entonces, las más conocidas eran la civil y la química. Mi padre, ingeniero químico, y mi hermano, estudiante de ingeniería civil, me acompañaron en la búsqueda de una opción diferente. Mi amiga y compañera de sexto grado Freya Quevedo Chuquín me comentó que su padre, Oscar Quevedo Lerma, formado como ingeniero de sistemas por la IBM, ejercía su profesión como jefe del Departamento de Sistemas de la Electrificadora del Atlántico, en Barranquilla. Una vez conocí los detalles del novedoso trabajo del señor Quevedo, la ingeniería de sistemas y computación me conquistó. La siguiente decisión: la universidad. Consideré en ese entonces la Uni-

versidad de Los Andes, la Universidad del Valle, la Universidad Industrial de Santander, y la Universidad del Norte en Barranquilla. Decidí cursar el ciclo básico de ingeniería en la Universidad del Norte, lo cual me permitiría, después de cuatro semestres, continuar la carrera en la Universidad de Los Andes de Bogotá.

En Bogotá, veintinueve años después, en 2006, José Luis González Pisa se movía entre su pasión por la música, su aptitud matemática, y su gusto por la programación, aprendida en la Institución Educativa Distrital El Jazmín, esos eran los vértices que enmarcaban el péndulo cónico de sus decisiones. ¿Matemáticas? ¿Música? ¿Ingeniería de Sistemas? Los consejos de sus familiares y la “magia” del Visual Basic, aprendido en el colegio, atrajeron el péndulo hacia la ingeniería de sistemas y computación. La siguiente decisión, la universidad. ¿La Universidad Nacional de Colombia o la Universidad Distrital? Justo antes de inscribirse en la Distrital, recibió los resultados de su admisión a la Nacional.

Con tres décadas de diferencia, se inició el recorrido por las sendas del conocimiento, sendas que posteriormente, en 1983 y 2013, lanza-

---

<sup>1</sup> Ingeniero de sistemas y computación de la Universidad de Los Andes y especialista D.E.A. en Informática de la Universidad Científica y Médica de Grenoble (Francia).

rían al mercado profesional a dos ingenieros de sistemas y computación, que, en junio de 2020, el año de la pandemia, se encontrarían en roles distintos de un proceso de se-

lección de personal. En las siguientes tablas pueden encontrar, lado a lado, los caminos recorridos por estos dos estudiantes.

<b>TRANSFERENCIA UNINORTE 1978-1 1978-2</b>	<b>U.N. - PRIMER SEMESTRE - 2007-1</b>
Historia Moderna Castellano Dibujo Basico Algebra y Trigonometria Quimica General Laboratorio Quimica General Geometria Descriptiva Calculo 1 Cultura Latina Sociologia Introduccion a la Economia Fisica Mecanica Laboratorio Fisica Mecanica	Comunicación Oral y Escrita Introducción a la Ingeniería de Sistemas Programación de Computadores Expresión Gráfica Matemáticas 1
<b>U.A. - SEGUNDO SEMESTRE - 1979-2</b>	<b>U.N. - SEGUNDO SEMESTRE - 2007-2</b>
Cálculo Diferencial 2 Álgebra Lineal Física 2 Inglés Lectura 1 Mecánica de Sólidos 1 Diseño Básico	Matemáticas Discretas Programación Orientada por Objetos Colombia Arte y Cultura Métodos de Investigación Matemáticas 2
<b>U.A. - TERCER SEMESTRE - 1980-1 - 1980-V</b>	<b>U.N. - TERCER SEMESTRE - 2008-1</b>
Cálculo Vectorial Teoría de Conjuntos Fisica Experimental 1 Inglés Lectura 2 Introducción a la Programación Ecuaciones Diferenciales (1980-V)	Cátedra de Creación - Facultad de Artes Estructuras de Información Matemáticas 3 Elementos de Computadores Teoría General de Sistemas Física 1
<b>U.A. - CUARTO SEMESTRE - 1980-2</b>	<b>U.N. - CUARTO SEMESTRE - 2008-2</b>
Álgebra Abstracta 1 Física 3 Conocimiento Inglés Lectura 3 Modelos 1	Bases de Datos Procesadores y Arquitectura de Computadores Métodos Numéricos Televisión (Contexto) Física 2
<b>U.A. - QUINTO SEMESTRE - 1981-1</b>	<b>U.N. - QUINTO SEMESTRE - 2009-1</b>
Lógica Física Experimental 2 Inglés Lectura 4 Computadores y Programación Sistemas y Modelos 2 Conmutación Probabilidad	Inglés 1 - Semestral Inglés 2 - Semestral Ecuaciones Diferenciales Ingeniería Económica Teoría de la Computación Sistemas Operativos Probabilidad y Estadística Fundamental
<b>U.A. - SEXTO SEMESTRE - 1981-2</b>	<b>U.N. - SEXTO SEMESTRE - 2009-2 - 2010-1</b>
Historia Movimientos Sociales Siglo XX Aálisis Numérico Estructuras de Información Introducción Electrónica Digital Laboratorio Técnica Digital Investigación de Operaciones 1	Gerencia y Gestión de Proyectos Inglés 3 - Semestral Procesamiento de Señales Algoritmos Ingeniería de Software 1 Investigación de Operaciones 1 Inglés 4 - Semestral Sistemas de Comunicación

U.A. - OCTAVO SEMESTRE - 1982-1 - 1982-V	U.N. - OCTAVO SEMESTRE - 2010-2 - 2011-1 - 2011-2
Estructuras de Computadores Seminario de Metodología Programación Comercial Sistemas Manejo Información Periféricos de Mini y Microcomputadores Compiladores Mecánica de Sólidos 2 Estadística 1 Trabajo Vacaciones 2 (1982-V)	Criptografía Apreciación Musical Gerencia y Gestión de Sistemas de Información Ingeniería de Software 2 Taller de Proyectos Interdisciplinarios Redes y Sistemas Distribuidos Intercambio Académico Internacional (2011-2) INSA Lyon France - A logical Approach to Artificial Intelligence - IS Architecture - Desing & Integration of Industrial Architectures - Engineering of User Interfaces - Languajes and Grammars
U.A. - NOVENO SEMESTRE - 1982-2	U.N. - NOVENO SEMESTRE - 2012-1 - 2013-1
Metodología Investigación Científica Introducción Sistemas Operacionales Ingeniería de Software Sistemas Distribuidos Diseño de Bases de Datos Análisis Decisión de Inversiones	Intercambio Académico Internacional (2012-1) INSA Lyon France - French - Cognitive Modeling - Methods for Decisional Informatics: Decision Making Support - Organization and Management of Services and Goods - USDP - Model Engineering - French 1 Recuperación de Información Reutilización de Software Investigación de Operaciones 2 Trabajo de Grado - Asignaturas de Postgrado
U.A. - DÉCIMO SEMESTRE - 1983-1 - 1983-2	U.N. - DÉCIMO SEMESTRE 2013-2
Teoría de Sistemas 1 Proyecto de Grado Sistemas Contables Sistemas de Información TESIS (1983-2)	Arquitectura de Software Computación Visual Introducción a los Sistemas Inteligentes Inglés Intensivo 3 Complemento a la Teoría de la Computación Lenguajes de Programación Modelos y Simulación

En 1983, el mayor aporte a mis primeros años de vida profesional en el sector financiero estaba conformado por:

- Programación comercial (COBOL)
- Estructuras de información (ALGOL)
- Introducción a la programación (Lenguaje de Algoritmos)
- Sistemas de información
- Diseño de bases de datos (SQL)
- Periféricos de minis y microcomputadores
- Ingeniería de software

- Inglés
- Sistemas contables
- Introducción a la Economía

En cuanto a lo que hoy se conoce como «competencias», considero que las más valoradas en ese entonces por la organización fueron la de análisis y solución de problemas, la comunicación, la orientación al servicio, la gestión de la tecnología y herramientas informáticas, y el modelamiento y automatización de procesos.

Para José Luis, en 2013, este era su «top 10».

- Programación de computadores
- Programación orientada por objetos
- Estructuras de información
- Ingeniería de *software*
- Pruebas *software* – Curso de libre elección
- Arquitectura de *software*
- Bases de datos
- Algoritmos
- Probabilidad y estadística fundamental
- Arquitectura de *software* orientada a servicios – Intercambio académico internacional

Las competencias que cree fueron valoradas por la organización, comprenden sus capacidades para analizar y resolver problemas, para trabajar en equipo, y para innovar.

El contraste de estos dos casos particulares nos ayuda a identificar cómo los conocimientos y las competencias valoradas en la década de los ochenta y en la segunda década del nuevo siglo atienden las tendencias tecnológicas y las necesidades del mercado en cada época. Mientras que en los ochenta se evidenció la necesidad de conocimiento en soluciones tecnológicas enfocadas en la automatización de operaciones y competencias que fortalecieron la relación entre las áreas de negocio y tecnología, en la década pasada se evidencia la necesidad de conocimiento para proveer soluciones tecnológicas complejas, que requieren una alta

capacidad de trabajo en equipo y en proveer soluciones innovadoras a los clientes.

La formación recibida en los ochenta fue útil para las necesidades del negocio y las tecnologías vigentes en esos años. En 1983 ya se comercializaban computadores personales que almacenaban su información en disquetes, y con soluciones de procesador de palabra, hojas electrónicas y bases de datos. El procesamiento de información se realizaba en computadores centrales con un número de procesadores que se podrían contar con los dedos de una mano, con memorias que se medían en millones de *bytes* y con almacenamiento en disco que se contaba en «gigas» de caracteres. La interacción entre los usuarios y los computadores centrales se hacía mediante varios tipos de periféricos conectados con ellos mediante otros computadores especializados en comunicación de datos (procesadores de comunicaciones). (Ruiz Dorantes, 1992).

Los periféricos incluían lectoras de disquetes<sup>2</sup>, terminales «tontas»<sup>3</sup> o «brutas», impresoras, lectoras de tarjetas perforadas<sup>4</sup>, y módems. Los procesos operativos eran documentados mediante “diagramas de

<sup>2</sup> Es un sistema de almacenamiento de datos extraíble, que en la actualidad consiste de un estuche plástico que contiene en su interior una pieza circular de material magnético flexible y fino. Para poder ser utilizados, los disquetes requieren de una unidad denominada disquetera o Floppy Disk Driver (FDD) que es el dispositivo de entrada y salida que permite almacenar y recuperar la información del disquete. Los disquetes actuales tienen una capacidad de 1.44 MB y se conocen como disquetes de 3,5". (Comunidad de Madrid, 2021)

flujos”, las presentaciones a las áreas de negocio se hacían en papelógrafos<sup>5</sup>, en retroproyectores<sup>6</sup>, o en proyectores de opacos (o epidiascopios)<sup>7</sup>. Los ingenieros de sistemas de la época éramos “toderos” cuyas funciones abarcaban el acompañamiento a las áreas de negocio en el entendimiento de sus procesos, su mejoramiento, docu-

mentación, levantamiento de requerimientos, análisis de estos, diseño de soluciones, programación, pruebas, puesta en producción, documentación, aseguramiento, mantenimiento, instalación de periféricos, y entrenamiento en la operación de las soluciones. Funcionalmente, las áreas de sistemas se especializaban en temas de desarrollo, producción y operación.

<sup>3</sup> Terminales tontas son piezas de hardware especializadas que le permiten conectar a computadoras a través de líneas serie. Son llamadas “tontas” porque solo tienen poder computacional suficiente para desplegar, enviar y recibir texto. No puede ejecutar ningún programa en ellas. Es la computadora a la cual se conectan la que tiene todo el poder para correr editores de texto, compiladores, correo electrónico, juegos, y demás. (the FreeBSD Foundation, 2021)

<sup>4</sup> Las denominadas tarjetas perforadas fueron el primer procedimiento para almacenar y ordenar datos en un lenguaje de máquina, que permitía el funcionamiento automatizado de ésta. Una tarjeta perforada es un trozo de papel grueso que puede usarse para contener datos en formato digital, representados por la presencia o ausencia de agujeros en ciertas posiciones predefinidas. Esta forma de codificar información podía (y de hecho, todavía puede) usarse para el procesamiento de esos datos o bien para controlar directamente el funcionamiento de maquinaria automatizada. (Mátril, 2021)

<sup>5</sup> El papelógrafo es un gran bloque de papel de pliego entero (71 x 101) o de medio pliego (71 x 50,5 cms) que dispuesto a modo de cuaderno de taquigrafía sirve para desarrollar un tema, propuesto, delante de un auditorio, (o grupo de alumnos trabajadores). El papel se asegurará por la parte superior, por medio de argollas o presilla, de manera que permita voltear las hojas por encima y echarlas hacia atrás de la lámina de apoyo. Esta lámina se puede embisagrar por un costado al marco lateral de un tablero, o se colocará sobre un caballete o trípode semejante al de los pintores paisajistas. (SENA, 2021)

<sup>6</sup> El «retroproyector», «proyector de periscopio» o «pizarra eléctrica» son los nombres con que se viene llamando a un conjunto formado por un foco de luz, un prisma que proyecta la imagen en una pantalla y una lente plana, especial, sobre la que se coloca el dibujo en acetato transparente; todo ello se completa con un ventilador que evita la sobrecarga de calor que puede adquirir el foco de luz al estar encendido un tiempo prolongado. (Gobierno de España, 2021)

<sup>7</sup> El epidiascopio es un aparato que proyecta los cuerpos opacos iluminados por reflexión y cuerpos transparentes iluminados por transparencia. Los objetos se colocan horizontalmente sobre una tablilla, sin más trabajo que el de abrir y cerrar una portezuela. Cualquier lámina se proyecta, con sus colores en un tamaño 9 o 10 veces mayor, con mayor nitidez que las diapositivas. (Universidad Nacional de La Plata, 2021)

Antes de iniciarse la década de los noventa, mi formación requirió complementarse para adecuarse a las nuevas tecnologías que surgían año tras año para atender las también nuevas necesidades del negocio. Por ejemplo, tuve que aprender nuevos lenguajes de programación como BPL (Burroughs Programming Lenguaje), BASIC y “C”; lenguajes de cuarta generación como LINC (“Logic and Information Network Compiler”); sistemas operativos como SCO-Unix; hojas de cálculo como Multiplan; editores de texto como CANDE (Command and Edit) y WordStar. Algo similar le sucedió a José Luis, quien, antes de internarse en la tercera década de este siglo tuvo que actualizar su conocimiento técnico. Esta actualización incluyó temas como desarrollos web (HTML y Javascript), PL/SQL, Front-End (Angular, Node, Npm, Protractor, Grunt, Jasmine, CSS, HTML), y desarrollo de *software* embebido.

¿La formación universitaria impartida hoy día es útil para atender las necesidades del negocio y las tec-

nologías vigentes (cambiantes y diversas)? Esta pregunta ha estado rondando a las instituciones universitarias desde hace muchos años, tal y como se evidencia en la publicación de la Universidad de Los Andes, “Ingeniería de Sistemas y Computación, 1968-2010”, coordinada por el profesor honorario de la misma universidad Francisco Rueda Fajardo, referenciado en el prólogo, quien muestra un dilema que ha estado presente en toda la historia del Departamento de Sistemas: si se debe tener una visión puramente técnica, o una que tome en consideración las necesidades de las organizaciones y de las personas (Prieto Ñañez, 2015).

A principios de los ochenta el enfoque de la Universidad de Los Andes para el aprendizaje de la informática se basó en la teoría constructivista, que priorizaba en los estudiantes el desarrollo de la capacidad para solucionar problemas. La introducción en los últimos semestres de la carrera, del curso de Programación Comercial, cuyo eje principal fue el aprendizaje y trabajo con el lenguaje de programación COBOL (Common Business-Oriented Language), atendía las necesidades de manejo de la información en las empresas. Por su parte, la inclusión de materias como Ingeniería de Software buscaba ofrecer al mercado profesionales formados en el área de informática con un marcado énfasis en el dominio de la tecnología del *software* (Prieto Ñañez, 2015).

Otra iniciativa que se materializó en esos años fue la conformación del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería (CIFI) enfocado en trabajar con el sector externo.

El primer proyecto de gran envergadura adelantado por el CIFI se desarrolló con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). En este proyecto, participaron, además de profesores de la Facultad de Ingeniería, estudiantes que desarrollaron trabajos de tesis de grado. Tuve la oportunidad de incorporarme a ese proyecto en la materia Trabajo en Vacaciones, durante el período de vacaciones de 1982. “El CIFI ha sido testigo de la evolución de las organizaciones a lo largo de su historia, ofreciendo a las entidades asesorías en temas como planeación estratégica y arquitectura empresarial, y brindando a los estudiantes la oportunidad de tener contacto con la industria antes de obtener su título profesional” (Prieto Ñañez, 2015).

Con el paso de los años, el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de Los Andes, ha ido ajustando su enfoque, buscando atender y anticiparse a las necesidades de las organizaciones. Para el año 2010, el programa académico de la universidad ya incluía temáticas para el desarrollo, no solo de conocimientos, sino también de competencias requeridas por la industria, tales como “Desarrollo de Software en Equipo”, “Diseño de Productos e

Innovación en TI”, “Inteligencia de Negocios”, y “Construcción de Aplicaciones Móviles”. Durante la segunda década de este siglo el énfasis se ha hecho en la innovación y en el emprendimiento.

Por su parte, la Universidad Nacional de Colombia ha realizado los ajustes que ha considerado indispensables para la formación de profesionales que atiendan las necesidades de las organizaciones. Uno de los más importantes lo hizo en 2016 con la creación del programa de Ciencias de la Computación, en el Departamento de Matemáticas. El objetivo de este nuevo programa es la formación de profesionales “con una visión integradora de las matemáticas y la teoría de los sistemas de computación, que contribuyan mediante el ejercicio de su profesión a la solución de problemas que provengan de los sectores académico, social, ambiental, industrial, empresarial y tecnológico.” (Universidad Nacional de Colombia, 2021). Por su parte, el Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación, en el Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, busca la formación de profesionales “que modelen e implementen sistemas complejos, aplicando las ciencias matemáticas y las ciencias de la computación en el desarrollo de los sistemas, tomando las bases teóricas de la teoría de la complejidad computacional, la teoría de lenguajes de programación, la programación de computadoras y las teorías de siste-

mas.” (Universidad Nacional de Colombia, 2021).

### Las percepciones

¿Son diferentes las percepciones sobre los modelos de formación de profesionales y sus aportes a la industria, desde la perspectiva de un ingeniero de sistemas egresado en los ochenta, en comparación con las de un ingeniero egresado en la segunda década de este nuevo milenio?

Luis Carlos Armella, amigo entrañable, ingeniero de sistemas y computación de la Universidad de Los Andes, hoy pastor evangélico de la iglesia El Viñedo en Barranquilla, graduado en 1984, considera que en los ochenta, «tanto los que establecieron los estudios, como los estudiantes, estábamos ante el reto de lo nuevo y desconocido, una hoja en blanco para escribir y desarrollar. ¡Era una aventura fascinante! Hoy, con toda la base establecida, la casi infinita cantidad de recursos y la posibilidad de información, los ingenieros modernos están enfocados en la aplicabilidad y cómo sacar dividendos de ella.

En mi caso, por lo menos, era el romanticismo del noviazgo en su primera etapa. Nuestro ingenio estaba en tomar de lo poco para dar lo mucho. Ni siquiera era lo que lograríamos para nuestras empresas, sino la sensación del descubrimiento. Teníamos un "juguete" que, en ese tiempo, sólo algunos pocos podíamos manejar. Los nerds del



momento. Sin embargo, gozábamos con explicárselo a otros».

«De pronto fue mi llamamiento por parte del Señor el que me dejó en esa época romántica. Tendríamos que hablar para saber cómo es ser un ingeniero de este tiempo, qué diseña, cuáles son sus retos, etc. Una última cosa: recuerdo que te conté lo que le pregunté a mi compañera de grado: ¿Recuerdas algo de lo que aprendimos que hayas usado directamente en tu trabajo? La universidad nos enseñó a abordar problemas y resolverlos, no conocimientos. Nosotros, antes que computadores, manejamos la información para saber cómo hacerla útil y funcional para otros. A mi modo de ver, hoy la información sí es el poder».

En cuanto a José Luis, graduado en 2013, su experiencia en la universidad, «fue bastante agradable. La percibí como una explosión de conocimientos y un bombardeo gigante de información en muchos aspectos:

1. Científico, por los fundamentos que se reciben en ingeniería de sistemas en cuanto a física y matemáticas.
2. Técnico y práctico, por ser una carrera asociada a la tecnología y la innovación.
3. Social, por estudiar en una universidad pública en donde convergen personas extremadamente diversas.
4. Artístico, porque todas las materias electivas las usé para cur-

sar materias relacionadas con la música o el arte.

5. Cultural, al haber tenido la experiencia de vivir un poco más de un año por fuera del país, en un país con un idioma y costumbres distintas».

José Luis también afirma que los aportes recibidos de la universidad «más allá de los conocimientos teóricos, lo más importante fue aprender a aprender. En una carrera como la ingeniería de sistemas, que se encuentra en una evolución constante y que dicha evolución se da a una velocidad impresionante, lo más importante es aprender a generar abstracciones correctas, encontrar la información pertinente y a trabajar en equipo. Lo anterior permite que el ingeniero pueda adaptarse rápidamente a los cambios, toda vez que, dentro de la industria de la tecnología y las ciencias de la computación, no solo cambian las capacidades de los computadores y las herramientas informáticas, sino también cambian los lenguajes de programación, los paradigmas de desarrollo, las metodologías de trabajo, la conformación de los equipos y los roles dentro de ellos, entre otras cosas. Por eso creo que una carrera basada en lo abstracto (física, matemáticas, algoritmia) me ha permitido adaptarme a los diferentes cambios que ha habido en los pocos años de experiencia».

Finalmente, José Luis considera que en algunas universidades hace

falta un componente que incentive y prepare al estudiante para el emprendimiento. «Creo que luego de una formación tan fuerte en ciencias y tecnología, quien tenga los deseos de crear una empresa debería tener las herramientas que le permitan impulsar este proceso».

### **Las conclusiones, los aportes de la retrospectiva a la prospectiva...**

Pasadas cuatro décadas de nuestro grado en 1984, persisten elementos comunes, necesarios para la formación de los ingenieros de sistemas, que se proyecta, permanecerán en las décadas cercanas. La capacidad de análisis, de solución de problemas, y de trabajo en equipo se muestran como competencias necesarias para ejercer nuestra carrera. En contraste, el romanticismo por la profesión y la solidaridad desaparecen, y cada vez emergen más y más la competencia, la productividad y la rentabilidad. El ingeniero integral ha evolucionado (¿o involucionado?) al ingeniero especializado, lo que ha potenciado la necesidad del trabajo en equipo.

En cuanto a las exigencias del mercado, algunos conceptos que han emergido en los últimos años, se vislumbra, permanecerán durante mucho tiempo en el horizonte: la diversidad, la innovación, la integración, el emprendimiento y la disrupción. Todo parece indicar que la competencia de “aprender a aprender” es la que más fortalece las

nuevas generaciones de ingenieros de sistemas para poder enfrentar un mundo en constante cambio. En pocas palabras, necesitamos desarrollar un enfoque sistémico en la formación de los ingenieros de sistemas. Como concluye una de las propuestas sobre la aplicación de este enfoque: «Las estructuras curriculares materializan los propósitos de formación de los ingenieros de sistemas, si ellas van acompañadas de una dinamización y articulación curricular que interactúen de manera efectiva con el estudiante, la sociedad, los sistemas y las tecnologías como motor de desarrollo» (Londoño & Castillo Peña, 2013).

Una visión retrospectiva hace aportes valiosos a la visión prospectiva, en este caso a la del ingeniero de sistemas del 2030. Como diría aquella frase atribuida a Napoleón Bonaparte: «Aquel que no conoce su historia está condenado a repetirla».

### **Epílogo**

Heráclito dijo:

*Lo único constante es el cambio.*

Por su parte, el músico chileno Julio Numhauser Navarro, dice en su canción:

*Cambia lo superficial  
Cambia también lo profundo  
Cambia el modo de pensar  
Cambia todo en este mundo.*

¿Pudo cambiar la «magia» del Visual Basic la pasión por la música de José Luis? Esa pregunta quedó rondando en mi mente, y no me aguanté las ganas de preguntarle. Su respuesta fue:

«En el año 2017 inicié mis estudios de "Interpretación Instrumental en Guitarra Eléctrica" en la Escuela de Música y Audio Fernando Sor. Mi sueño con respecto a la música tiene que ver con la composición de armonías, melodías, arreglos y fusiones para guitarra. Actualmente tengo un canal en YouTube en el que he publicado los videos y canciones de mis dos proyectos principales: Ak & José Pisa: proyecto de rap y guitarra; y proyecto solista: proyecto de guitarra jazz fusionada con géneros como pop, y afrobeat».

Terminemos el artículo, termine-  
mos la canción...

*Pero no cambia mi amor  
Por más lejos que me encuentre  
Ni el recuerdo ni el dolor  
De mi pueblo y de mi gente.*

*Lo que cambió ayer  
Tendrá que cambiar mañana  
Así como cambio yo  
En esta tierra lejana.*

*Julio Numhauser Navarro*

## Referencias

Comunidad de Madrid. (01 de 08 de 2021). *Comunidad de Madrid*.

Obtenido de [http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/GuiaEmprendedor/tema7/F41\\_7.2\\_ALMACENAMIENTO.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/GuiaEmprendedor/tema7/F41_7.2_ALMACENAMIENTO.pdf)

Gobierno de España. (01 de 08 de 2021). *Ministerio de Agricultura, Pesca, y Alimentación*.

Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_REA%20FREA\\_1969\\_05\\_140\\_142.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REA%20FREA_1969_05_140_142.pdf)

Londoño, F. W., & Castillo Peña, F. (14 de Agosto de 2013). Un Modelo Curricular Flexible desde el Enfoque Sistemico para la Formacion en Ingenieria de Sistemas en Colombia. *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013)*. Cancún, Mexico. Recuperado el 04 de 08 de 2021, de [https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS\\_20/Ingenieria%20Sistemas/73.pdf](https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20Sistemas/73.pdf)

Mátril, I. (01 de 08 de 2021). *Público*. Obtenido de <https://blogs.publico.es/ignaciomartil/2020/02/28/tarjetas-perforadas/>

Prieto Ñañez, F. M. (2015). *Ingeniería de Sistemas y Computación, 1968-2010: los pequeños números que hemos visto cambiar*. Bogotá: Ediciones Uniandes.

Ruiz Dorantes, E. J. (1992). *Historia de la Subgerencia de Informática*. Bogotá, Colombia.

SENA. (01 de 08 de 2021). *SENA. Sistema de Bibliotecas. Repositorio Institucional*. Obtenido de


[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3034/el\\_papel\\_ografo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3034/el_papel_ografo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

the FreeBSD Foundation. (01 de 08 de 2021). *Manual de FreeBSD*. Obtenido de <https://docs.freebsd.org/es/books/handbook/serialcomms/#term>

Universidad Nacional de Colombia. (31 de 07 de 2021). *Departamento de Matemáticas*. Obtenido de [http://ciencias.bogota.unal.edu.co/departamentos/departamento-de-](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/departamentos/departamento-de-matematicas/programas-academicos/)

[matematicas/programas-academicos/](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/departamentos/departamento-de-matematicas/programas-academicos/)

Universidad Nacional de Colombia. (31 de 07 de 2021). *Ingeniería de Sistemas y Computación*. Obtenido de <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/component/k2/item/81.html?Itemid=172>

Universidad Nacional de La Plata. (01 de 08 de 2021). Obtenido de [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.8729/pr.8729.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.8729/pr.8729.pdf) 

**Emir Hernando Pernet Carrillo, DBA, PMP.** Asesor Senior del Departamento de Sistemas de Información del Banco de la República, Colombia. Ingeniero de Sistemas y Computación de la Universidad de Los Andes, Colombia, y MBA de ese mismo centro educativo. Master of Computer Science de Arizona State University, USA. Doctor of Business Administration de Newport University, USA. Project Management Professional del Project Management Institute.