

# SISTEMAS

Tarifa Postal Reducida Servicios Postales Nacional S.A. No. 2017-186 4-72, vence 31 de Dic. 2021



Volume	3,108,253,315
High	27.95
Low	20.31
Open	25.82
Average	24.75

## Prospectiva del profesional de TI a 2030



ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS DE SISTEMAS

Calle 93 No. 13 - 32 of. 102  
Bogotá, D.C.  
[www.acis.org.co](http://www.acis.org.co)





# En esta edición

## Editorial

El talento de TI para la próxima década

DOI: 10.29236/sistemas.n160a1

4

## Columnista Invitado

Prospectivas del profesional de TI a 2030

DOI: 10.29236/sistemas.n160a2

En los próximos años se espera un impactante cambio a nivel laboral debido a la integración de la tecnología en la vida privada y el trabajo.

8

## Entrevista

Talento humano clave del éxito

DOI: 10.29236/sistemas.n160a3

Según Diana Marín Marín, la pandemia abrió fronteras para que los profesionales de TI apoyen operaciones en otros países.

16

## Investigación

Colombia y la formación en TI

DOI: 10.29236/sistemas.n160a4

Acercamiento a competencias y necesidades en tecnologías emergentes.

20

## Cara y Sello

Prospectiva de las competencias de TI, presente y futuro

DOI: 10.29236/sistemas.n160a5

Las circunstancias del presente sumadas a los avances tecnológicos harán este debate muy interesante y, por demás, enriquecedor.

38

## Uno

Formación de profesionales

DOI: 10.29236/sistemas.n160a6

Programas posgraduales en seguridad/ciberseguridad. Repensando sus bases y alcance

54

## Dos

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.

68

Publicación de la Asociación Colombiana de  
Ingenieros de Sistemas (ACIS)  
Resolución No. 003983 del  
Ministerio de Gobierno  
Tarifa Postal Reducida Servicios Postales  
Nacional S.A. No. 2015-186 4-72  
ISSN 0120-5919  
Apartado Aéreo No. 94334  
Bogotá D.C., Colombia

**Dirección General**  
Jeimy J. Cano Martínez

**Consejo de Redacción**  
Francisco Rueda F.  
Gabriela Sánchez A.  
Manuel Dávila S.  
Andrés Ricardo Almanza J.  
Emir Hernando Pernet C.  
Fabio Augusto González O.  
Jorge Eliécer Camargo M.  
María Mercedes Corral S.

**Editor Técnico**  
Jorge Eliécer Camargo Mendoza

**Editora**  
Sara Gallardo Mendoza

**Junta Directiva ACIS**  
2020-2022  
**Presidente**  
Luis Javier Parra Bernal  
**Vicepresidente**  
Sandra Lascarro Mercado  
**Tesorero**  
Jaime García Cepeda  
**Vocales**  
Dalia Trujillo Penagos  
Jorge Fernando Bejarano Lobo  
Rodrigo Rebolledo Muñoz

**Directora Ejecutiva**  
Beatriz E. Caicedo Rioja

**Diseño y diagramación**  
Bruce Garavito

Los artículos que aparecen en esta edición no  
reflejan necesariamente el pensamiento de la  
Asociación. Se publican bajo la responsabilidad  
de los autores.

**Julio - Septiembre 2021**  
Calle 93 No.13 - 32 Of. 102  
Teléfonos 616 1407 - 616 1409  
A.A. 94334  
Bogotá D.C.  
[www.acis.org.co](http://www.acis.org.co)

# NASCO

NACIONAL DE COMPUTADORES S.A.

APOYA ESTA PUBLICACIÓN

TEL: 6 06 06 06- CR 15 No 72-73



**Confía en 4-72,**  
el servicio de envíos  
de Colombia

Línea de atención al cliente:  
**(57 - 1) 472 2000 en Bogotá**  
**01 8000 111 210 a nivel Nacional**

.....  
[www.4-72.com.co](http://www.4-72.com.co)



# Teach Without Limits

Are your graduates equipped with the skills employers are seeking?



Download the free report to discover the skills gaps

“The Unbounded University” explains how to optimize the employability of students based on insights from millions of Coursera learners.

# El talento de TI para la próxima década

DOI: 10.29236/sistemas.n160a1



Jorge Eliécer Camargo Mendoza

La velocidad a la que avanza la tecnología es tan grande que cuando un profesional de TI siente que ya la domina, quizás ésta ya es obsoleta. Los profesionales de TI se enfrentan todo el tiempo al reto de mantenerse actualizados, a estudiar nuevas tecnologías continuamente, a desaprender y volver a aprender;

es como participar en una competencia en la que si nos descuidamos, rápidamente podemos caer en la obsolescencia.

La exigencia del mercado frente a las habilidades, competencias, y conocimientos que un profesional de TI debe tener son realmente

abrumadoras. Cada vez más circulan ofertas laborales en las que se requiere personal con una lista interminable de “*skills*” tanto técnicas como gerenciales, lo cual genera retos no sólo para los profesionales, sino para los actuales estudiantes que se están formando, sin dejar a un lado a las universidades, las encargadas de mantener actualizados sus currículos para que no caigan tan rápido en la ya mencionada obsolescencia.

Por lo tanto, es necesario que desde ya se empiece a trabajar en cómo se garantizará el desarrollo de las competencias que un profesional de TI debe tener desarrolladas para lo que se necesitará en 2030.

La presente edición de la revista *Sistemas* busca que sus lectores conozcan desde diferentes puntos de vista cómo se están proyectando las competencias del talento de TI en la próxima década, las necesidades de formación académica de los futuros y actuales profesionales, y lo que el mercado proyecta se va a requerir en la próxima década.

En la entrevista realizada a Diana Marín se enfatiza en por qué el talento humano es la clave del éxito para las organizaciones. La entrevistada plantea que es muy importante analizar y evaluar los conocimientos técnicos, las habilidades tecnológicas y los “*soft skills*”, al momento de empezar cualquier proceso de transformación dentro

de las organizaciones. En la entrevista, Diana hace alusión a cómo la pandemia abrió fronteras para que los profesionales de TI apoyen operaciones en otros países.

Como columnista invitada tenemos a Lina Marcela Cháves, quien expresa su opinión acerca de las perspectivas del profesional de TI a 2030, basándose en los requerimientos del mercado laboral de los últimos años y en su experiencia adquirida como *Talent Hunter* en la compañía en la que labora, *Search Latam*.

Jeimy Cano y Gabriela Saucedo nos plantean algunas ideas para renovar la formación posgradual en seguridad/ciberseguridad, con el objetivo de analizar si los programas educativos ofrecen escenarios posibles de educación, más allá de los tradicionales estándares y buenas prácticas y, en su defecto, proponer alternativas temáticas y pedagógicas viables.

Emir Pernet, realizó una revisión de dos programas académicos de Ingeniería de Sistemas y Computación de universidades colombianas, analizando de forma retrospectiva los aportes realizados por estas universidades a la industria. Su artículo concluye que, a pesar de que ya han pasado cuatro décadas desde que empezó la Ingeniería de Sistemas en Colombia, todavía persiste en la formación académica de los estudiantes la capacidad de análisis, de solución de

problemas, el trabajo en equipo y, en particular, “aprender a aprender”, competencias que seguirán siendo fundamentales en la próxima década.

En la investigación, Claudio González, Edgar Ruiz, Alexandra Aparicio, Arellys de Jesús Rodríguez y Sonia Moreno, realizaron una revisión del estado de la formación de TI en Colombia, desde la oferta de programas académicos relacionados con TI en diferentes niveles de formación: técnico, tecnológico, profesional, especialización, maestría y doctorado. Llama la atención dentro de sus hallazgos, cómo predomina la denominación tradicional de los programas académicos de pregrado “Ingeniería de Sistemas”, seguidas de otras denominaciones tales como “Sistemas y Computación”, “Informática”, “Software” y “Telemática”. Asimismo, han aparecido en los últimos años programas académicos con enfoques específicos en tecnologías emergentes: “Inteligencia artificial”, “Analítica y Ciencia de Datos”, “Seguridad de la información”, “Multimedia”, “Inteligencia de Negocios”, “Entre-

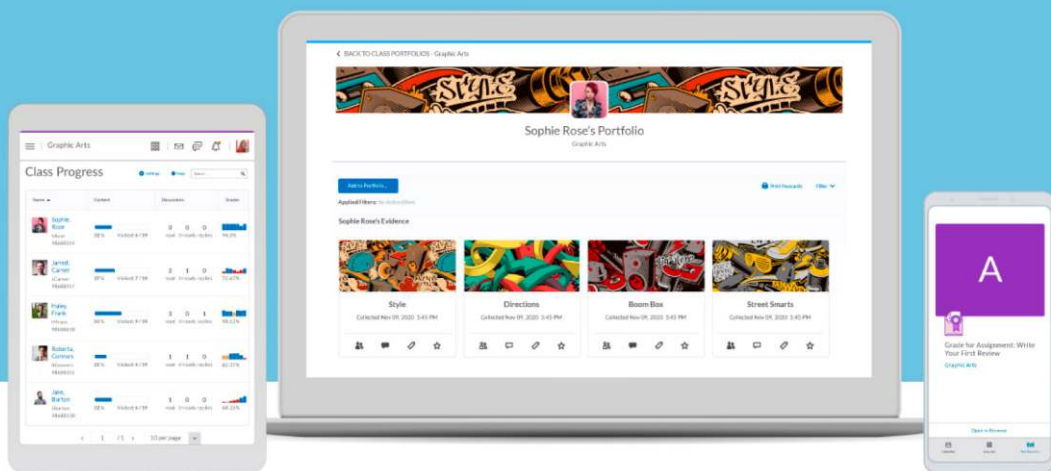
tenimiento Digital”, entre muchas otras, planteando una disrupción en relación con los campos de formación y de ocupación que tradicionalmente se asociaron con los egresados de las ingenierías con denominaciones tradicionales.

La sección Cara y Sello reunió a varios invitados conocedores del Talento de TI: Bernardo Vargas, presidente de ISA; Abraham Martínez, director de *Marketing and Operations* en Microsoft Colombia; Oswaldo Castillo, presidente de REDIS; Luis Alberto González, director ejecutivo de ACOFI, y Rafael García, decano de la Facultad de Ingeniería del Politécnico. Este foro fue realmente enriquecedor, gracias a la vasta experiencia de sus participantes y a la generosidad con la que compartieron sus puntos de vista.

Como se puede observar, es un número de la revista que servirá para que entre todos podamos construir lo que el mercado laboral requerirá de los profesionales de TI en los próximos años, disfrútenlo. 🌐

**Jorge Eliécer Camargo Mendoza, PhD.** Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Antonio Nariño. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia, Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. Doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Nacional de Colombia (Tesis Laureada). Cuenta con más de 60 publicaciones científicas en revistas, libros y conferencias internacionales relacionadas con el manejo de grandes volúmenes de datos (Big Data), Machine Learning, e Inteligencia Artificial para la Ciberseguridad.

## Tecnología sin preocupaciones, Brightspace para educación superior.



- Ofrezca a sus profesores y alumnos una plataforma de **aprendizaje sólida y confiable**.
- **Combine el LMS de Brightspace en su ecosistema digital** único, y cree la alianza digital ideal entre herramientas, contenido y aplicaciones.
- **Evalúe rápidamente el trabajo de sus alumnos** y proporcione comentarios en todos los cursos desde el centro de evaluación centralizado de Brightspace.

**¡Solicite una demostración hoy!**

Comercial@D2L.com | D2L.com

# Prospectivas del profesional de TI a 2030

DOI: 10.29236/sistemas.n160a2



*En los próximos años se espera un impactante cambio a nivel laboral debido a la integración de la tecnología en la vida privada y el trabajo.*

Lina Marcela Chaves Gómez

En esta columna de opinión se espera dar a entender por qué el sector de las TI<sup>1</sup> tiene la imperiosa necesidad de profesionales talentosos, cada vez más capacitados y adaptados a los rápidos cambios tecnológicos, principalmente a los que están por venir en el transcurrir de la presente década.

La información está basada en los requerimientos del mercado laboral de los últimos años y la experiencia

adquirida como *Talent Hunter* principalmente en *Search Latam* una empresa dedicada fundamentalmente a la búsqueda de talento Latinoamericano para el mundo hace más de 25 años.

Con la información recopilada se puede afirmar que en los empleos de la década venidera predomina-

---

<sup>1</sup> TI: Tecnologías de la Información

rán aún más el análisis de datos y el uso de la inteligencia artificial; también los desarrollos estarán más encaminados a la prestación de servicios digitales y virtuales, habrá más tendencia hacia la automatización y la robótica entre otras tecnologías, herramientas fundamentales y cada vez más usadas por las personas para comunicarse, educarse, socializar, consumir y trabajar.

### **Mercado laboral del perfil y del sector TI en la actualidad**

No solo el talento es el que tiene más retos para mantenerse actualizado y a la vanguardia frente a los constantes cambios y requerimientos en el sector, sino las empresas en la necesidad de ser más competitivas. Desde ya el teletrabajo es una realidad generalizada y las organizaciones se encuentran cada vez más globalizadas.

Es de sumo interés tener en cuenta que los tiempos han cambiado y las nuevas generaciones que están entrando al mercado laboral no están buscando trabajos como se han conocido hasta el momento; ahora buscan experiencias de vida, aprendizaje continuo con buenas condiciones económicas y beneficios no salariales, que les permitan utilizar herramientas tecnológicas de vanguardia para hacer su oficio más sencillo y ameno.

Como ejemplo de lo antes dicho están las empresas que debieron

adaptarse a la nueva demanda de servicios digitales y crear estrategias creativas para fidelizar y retener al mejor talento. Una muestra de eso es el sector de la banca que, siendo tan tradicional en horarios y estructura, debió ajustarse con rapidez ante variables como la aparición de bancos totalmente digitales y la pandemia en el 2020, generando estrategias que permitieran virtualizar la seguridad de la información, además de moverse entre competidores que ofrecen diferentes beneficios atractivos.

En el trabajo diario de los últimos años a través de las entrevistas y solicitudes de las empresas clientes, se detectó que en el sector de TI las requisiciones de talento están enfocadas a profesionales interesados en mantenerse vigentes, que hablen muy bien un idioma diferente a su lengua materna, de preferencia casi nativo (uno de los más solicitados en la región es el inglés). Es muy importante que los profesionales de TI se enfoquen en mejorar sus habilidades blandas, las cuales se evalúan para entender cómo una persona podría relacionarse con los demás miembros de un equipo y acoplarse a su trabajo, toda vez que contribuyen a mejorar la productividad y el compromiso con la empresa, ejemplo de estas son: liderazgo, proactividad, empatía, resiliencia, capacidad para dar y recibir información sobre cómo va la ejecución del trabajo, solución de problemas y conflictos, entre otras (Platzi, 2021).

Los retos antes comentados se respaldan en los datos arrojados por las estadísticas recopiladas por Search Latam (2021) en México, Centroamérica, República Dominicana, Colombia y Ecuador, en donde se comprueba el crecimiento de la demanda de posiciones de tecnología; entre las cifras más representativas está Colombia que para el año 2021 evidenció un incremento del 85% de solicitudes del sector TI frente al año 2020. La otra cifra significativa es la de El Salvador, un país caracterizado por ser fuerte en empresas del sector industrial y retail, muestra que las solicitudes de profesionales para TI aumentaron en un 51%, entre los años 2020 y 2021. Estos números resaltan el *boom* de las necesidades tecnológicas y también indican que cada vez hay más dependencia de las empresas y la vida diaria en el uso de tecnología y que es imperativa la necesidad de gente visionaria y capacitada para cubrir los requerimientos venideros.

### **Visión del futuro de la tecnología y el profesional de TI**

En los procesos de entrevista y reuniones con diferentes sectores que requieren personal de TI, se han detectado varios cambios para la próxima década, lo que implica un amplio campo de trabajo para candidatos con formación en tecnología ¿Qué conocimientos requiere el mercado laboral al 2030? Para eso se describirán a continuación algunas de las mayores demandas

detectadas. (Seguros SURA, 20-20).

*Especialistas en la sinergia humano-máquina:* profesionales que generen equilibrio y eficiencia en esta integración serán los más apetecidos en el mercado; una muestra de eso son los proyectos de Machine Learning, IA o Robótica. Se podría decir, que la toma de decisiones usando esta simbiosis se hará cada vez más precisa, que las tareas repetitivas en un entorno productivo se podrían automatizar a través de los procesos que ofrece este tipo de relación. Esto implica, bajar los riesgos de algunas tareas, la fatiga generada por algunas labores, y a su vez incrementar la productividad, la calidad y la precisión de diferentes oficios. Esto continuará generando una constante disminución de costos que van más allá de los económicos y por ende el personal idóneo y capacitado en este saber será más y más solicitado.

*Especialistas en manejo de datos:* actualmente existe una avalancha de datos, consecuencia de los flujos de información en tiempo real; el análisis y la gestión de estos datos digitalizados permitirán disponer de información valiosa para el desarrollo de diferentes sectores a nivel global. En los últimos años se ha empezado a hablar del concepto de analítica para la toma de deci-

---

<sup>2</sup> IA: Inteligencia Artificial

siones más exactas y basadas en información, orientadas a eliminar riesgos innecesarios de manera rápida; los especialistas en esta área estarán a la vanguardia de un mundo cambiante y tendrán bastantes campos y ventajas en el mundo laboral.

*Especialistas en customer success (CX):* el personal especializado en esta área será capaz de lograr que el cliente tenga mejor experiencia generando valor agregado para mantener relaciones, además de continuar siendo pieza clave del desarrollo. Desde ya, las empresas están en la búsqueda de profesionales que entiendan que la experiencia del usuario es más digital, que incluye mucho más la inteligencia artificial y que la inversión está encaminada a tecnología holográfica; es por eso que los profesionales en TI ambiciosos seguirán este camino para mantenerse vigentes y ser solicitados. Es importante resaltar que no solo quienes tienen formación en TI van a trabajar los desarrollos tecnológicos como se verá en las conclusiones del artículo, (Douglas da Silva, 2021).

### **Sectores que se ven más impactados a futuro**

En el ejercicio de la búsqueda de talento, en los últimos años se ha encontrado un rol impactante de los profesionales de TI y el desarrollo de tecnologías que serán usadas en los sectores salud, banca-fintech y educativo. También habrá impacto en la jornada laboral y en

las formas de trabajo, parte de esos hallazgos se describirán a continuación:

*Salud:* usa cada vez más lenguajes de desarrollo, bases de datos a gran escala y la evolución inminente de la Inteligencia Artificial (IA), para el manejo de la documentación de los pacientes y los procedimientos médicos, haciendo más certera la posibilidad de hacer más longevas a las personas y generando mejoras en la calidad de vida de los pacientes. A 2030 se verán los avances en modificación genética, prótesis robóticas y dispositivos en general que permitan mejorar la velocidad con la que el paciente (usuario) recibirá su información y sus tratamientos.

*Sector Banca-Fintech:* se detecta también cómo se va a afectar la interacción con el dinero; sí, del efectivo tal y como se maneja en la actualidad. Las empresas están enfocadas en que los usuarios finales utilicen diferentes dispositivos, ejemplos actuales son celulares, *smartwatch*, entre otros. La proyección Fintech está enfocada a que el dinero en efectivo deje de ser tan usado. Los métodos de pago diferentes al efectivo y la facilidad que aportan los dispositivos permiten y permitirán un acceso fácil y seguro. La visualización en los años por venir es que las futuras generaciones no estarán tan relacionadas en la interacción con el dinero físico y todo se manejará de manera virtual.

*Educación:* desde muy temprana edad a los niños se les está enseñando programación/desarrollo, con lo que se espera que en un futuro la “escasez” de desarrolladores disminuya y, desde diferentes perfiles o sectores, las personas estén actualizadas y a la vanguardia en estos temas y sea más generalizado encontrar profesionales con bases para el desarrollo tecnológico. La actual relación de la tecnología con las nuevas generaciones se muestra en el hecho recurrente de encontrar y cerrar posiciones con personas más jóvenes, no solo en cargos junior, sino para posiciones avanzadas muy bien remuneradas en cargos de TI. Para el éxito profesional y para generar diferencia en los profesionales de TI, las universidades e instituciones deben hacer mucho énfasis en las habilidades blandas y preparar a las personas para trabajar en equipos de desarrollo (El Tiempo, 2021).

La experiencia como *Talent Hunter* y las estadísticas de *Search Latam* (2021) trabajando con más de 1000 empresas en la región que han requerido o requieren perfiles orientados a la tecnología, muestran una oportunidad de mejora en competencias como la asertividad en la comunicación, capacidad de compartir conocimiento y de interactuar con equipos remotos de trabajo.

Otro tema de suprema importancia es el conocimiento en servicios *Talent as a service* –TAAS–, donde

los mejores como se dijo con anterioridad, no trabajarán exclusivamente para una compañía, sino para varias por proyectos; el futuro muestra esta competencia como una de las fundamentales para el desarrollo de carrera.

### **Impacto en el requerimiento de cargos operacionales y jornada laboral**

En este momento hay presencia de tecnologías encargadas de cubrir muchos puestos, lo que ha implicado que algunas ocupaciones desaparezcan o solo se requiera personal de medio tiempo; para el 2030 se proyecta que la jornada laboral se vea afectada; un ejemplo actual en tal sentido son algunos de los *Chat Bot* de servicio al cliente, que permiten una experiencia de respuesta sin que un operador esté permanente gestionando los requerimientos de los consultantes. Sin embargo, es de resaltar que es el operador quien tiene la experiencia para dar al desarrollador o al experto en tecnología, las respuestas posibles aprendidas a través de su experiencia.

En un futuro la cantidad de operadores requeridos para diferentes oficios irá disminuyendo como ya ha empezado a suceder y eso se ha detectado en la búsqueda de dichos cargos. Para el 2030 es predecible una disruptiva transformación a nivel laboral; las personas y en especial los expertos de TI tendrán más de un trabajo; la modalidad *Freelance*, consultor o con-

tractor les permitirá trabajar en diferentes ambientes tecnológicos y en distintos países, lo que les exigirá estar en capacidad de hacerlo con equipos multiculturales y estar en constante aprendizaje de nuevas tecnologías y métodos de trabajo. (BBVA, 2018)

Es fundamental entender que el reto real para el futuro próximo es que muchos de los trabajos están por ser creados, de acuerdo con el cambio de necesidades y las emergentes economías mundiales; cualquier profesión va a requerir saber un poco o mucho de programación / desarrollo, teniendo en cuenta que va a ser una competencia necesaria para poder encajar en la realidad del futuro y ser profesionales apetecidos las organizaciones.

Esta realidad es algo que no solo incumbe a las personas con formación en tecnología, es decir el profesional TI tiene a futuro que estar en capacidad de competir con personal especializado en diferentes áreas con experiencia para desarrollar sus propias tecnologías a un alto nivel. Para el profesional TI del futuro es importante saber que para los especialistas en selección también se esperan cambios; los requerimientos generados por las economías emergentes son inminentes, las búsquedas de talentos deben ser a nivel mundial, borrando las fronteras y generando nuevas estrategias para captar y retener el talento. (El Tiempo, 2021)

Los *Talent Hunters* se especializarán cada vez más en detectar las competencias blandas que serán cruciales para generar un impacto diferenciador; un ejemplo de eso sería desarrollar el concepto de tener marca personal y entender que las empresas esperan profesionales dispuestos a generar una mejor interacción persona-máquina, esto será un requisito para el éxito.

En resumen, surgen varias conclusiones, una de ellas es que las semillas del cambio están plantadas como se muestra en diferentes sectores con un avanzado camino al cambio; así mismo, que la evolución del perfil del profesional TI es una realidad y hay estar a la vanguardia, porque la competencia vendrá de diferentes profesiones debido a que el éxito en cualquier oficio se deberá a la capacidad de integrar los conocimientos y desarrollar tecnología de alto nivel de complejidad para tener un buen trabajo y posicionamiento en el mercado laboral.

## Referencias

- BBVA. (2018). Tecnologías emergentes: ¿cómo será el mundo en 2030? Recuperado de <https://www.bbva.com/es/tecnologias-emergentes-sera-mundo-2030/>
- Douglas da Silva. (2021). Aplica customer success goals e impulsa el CX de tu empresa. Recuperado de <https://www.zendesk.com.mx/blog/customer-success-goals/>

EL TIEMPO. (2021). El perfil laboral que pocos tienen, pero al que mejor pagan. Recuperado de [https://www.eltiempo.com/economia/finanzas-personales/estos-son-los-perfiles-profesionales-a-los-que-mas-les-pagan-616500?utm\\_medium=Social&utm\\_source=Facebook#Echobox=1631202580](https://www.eltiempo.com/economia/finanzas-personales/estos-son-los-perfiles-profesionales-a-los-que-mas-les-pagan-616500?utm_medium=Social&utm_source=Facebook#Echobox=1631202580)

Recuperado de [https://platzi.com/blog/que-son-habilidades-blandas-duras/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=12915366154&utm\\_adgroup=&utm\\_content=&gclid=Cj0KCQjws4aKBhDPARIsAIWH0JWtPDFcH9V3CuNZ5YPZn9TsuviNfwqZDmZm](https://platzi.com/blog/que-son-habilidades-blandas-duras/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=12915366154&utm_adgroup=&utm_content=&gclid=Cj0KCQjws4aKBhDPARIsAIWH0JWtPDFcH9V3CuNZ5YPZn9TsuviNfwqZDmZm)

Search Latam. (2021). Estadísticas anuales de crecimiento de cargos tecnológicos para Latinoamérica. Recuperado de <https://www.searchlatam.com/>

Seguros SURA. (2020). Nuevos perfiles profesionales para un futuro basado en tecnología. Recuperado de <https://segurossura.com/blog/autonomia/nuevos-perfiles-profesionales-para-un-futuro-basado-en-tecnologia/> 🌐

Platzi. (2021). Qué son las habilidades blandas y duras en tu empresa y para que sirven.

**Lina Marcela Chaves Gómez.** *Psicóloga con énfasis en metodologías de investigación, con más de una década de experiencia en procesos de selección. Ha trabajado en empresas de alto alcance mundial como PNUD, el DNP entre otras y en los últimos cinco años se ha especializado en la búsqueda de talento para el sector de tecnología a nivel internacional. En Search Latam (www.searchlatam.com) ha alcanzado alto reconocimiento dentro del equipo de Talent Hunters ubicados en México, Centroamérica, República Dominicana, Colombia y Ecuador de Search Latam, por la efectividad de la metodología de trabajo, alcanzando en varias oportunidades uno de los indicadores más altos de efectividad y cierre de posiciones de tecnología.*



CERTIFIED SERVICES PROVIDER

INSTALACIÓN

BRANDER MOODLE APP

CAPACITACIÓN  
EN MOODLE

CONSULTORÍA

MOODLE  
WORKPLACE

INTEGRACIONES

**MOODLE PARTNER CERTIFICADO EN MÉXICO**

Expertos en Moodle

 /emprove

 /company/e-learning-improve/

**e-mprove.com**

+52 771 489 1037 | informes@e-mprove.com

# Talento humano, clave del éxito

DOI: 10.29236/sistemas.n160a3

*Según Diana Marín Marín, la pandemia abrió fronteras para que los profesionales de TI apoyen operaciones en otros países.*

Sara Gallardo M.

La experiencia de 15 años en consultoría de talento humano son el aval de Diana Marín Marín para pronunciarse sobre la formación de los profesionales de TI y analizar las actuales circunstancias que los rodean.

Como líder del sector de la línea *Professional Search* en Korn Ferry, firma mundial especializada en estructura organizacional, roles y responsabilidades, contribuye en la asesoría a las empresas para “recompensar, desarrollar y motivar a su personal, y ayudar a los profesionales a manejar y promover sus carreras”.

Desde ese entorno respondió esta entrevista.



*Los distintos avances tecnológicos y las condiciones cada vez más digitales exigen revisar la formación de los profesionales de TI. ¿Cuál es su opinión al respecto?*

La clave del éxito de cualquier proceso de transformación está en el talento humano, que logrará apalancar este proceso dentro de la organización, por lo que es importante analizar y evaluar los conocimientos técnicos y fundamentales, las habilidades tecnológicas y *soft skills*, en el momento de empezar cualquier proceso de transformación dentro de las organizaciones.

*¿Considera inminente una renovación de las habilidades encaminadas a generar valor en los negocios? ¿En qué aspectos se requiere actuar y con qué énfasis?*

Más que una renovación, hablamos de incorporar nuevas competencias y habilidades valoradas desde hace muchos años, como flexibilidad, colaboración, creación de equipos eficaces y adaptabilidad situacional; siguen siendo habilidades indispensables en colaboradores en estos entornos de transformación.

Adicionalmente, evidenciamos competencias en roles específicos, como innovación, agilidad de aprendizaje, influencia, perspectiva global y colaboración, en personas que han logrado liderar y ser parte activa de procesos de transformación.

*Considerando las características que rodean el presente, especialmente con el trabajo remoto, ¿cuáles son los retos fundamentales de los profesionales de TI en esa dirección?*

Algunos roles en el área de tecnología empezaron a normalizar el trabajo remoto desde hace algunos años por lo cual, con la llegada de la pandemia, se aceleró un resultado futuro. Este trabajo remoto es cada vez más común en roles del área de tecnología, toda vez que además de hábitos previamente desarrollados, la pandemia abrió fronteras y hoy podemos encontrar talento que apoya operaciones en otros países y latitudes.

*¿Es necesario incentivar una nueva forma de trabajo? ¿Por qué?*

Más que incentivar una nueva forma de trabajo, es aprender a identificar las motivaciones de las personas del área de tecnología, quienes hoy valoran además del componente salarial, las condiciones en términos de flexibilidad laboral y trabajo remoto, incluso más que la formación y el desarrollo; esto debido al dinamismo que se está evidenciando y a la alta demanda de talento tecnológico en el mercado.

*Desde su perspectiva ¿cuáles son los retos más importantes para el profesional de TI, por cuenta de una sociedad cada vez más digital y tecnológicamente modificada?*

Los retos están encaminados en poder equilibrar tanto competencias técnicas y conocimiento con *soft skills*, que les permitan ser parte activa de los procesos de transformación e influenciar para llevar a las organizaciones a los resultados esperados; ser agentes de cambio y por supuesto reconocer la evolu-

ción acelerada del conocimiento técnico.

*Se requieren enfoques más transversales, especializados o interdisciplinarios frente al año 2030.*

Siempre se necesitarán roles especializados y técnicos, por lo que más que enfoques transversales, hablamos de roles que desde su pericia técnica logren apalancar positivamente la estrategia de la organización y reconocer que desde su rol pueden impactar resultados de un área u organización.

*Al parecer, las condiciones actuales de las empresas y los negocios se orientan más en el “saber hacer” que en tener una formación de pregrado. ¿Qué opina al respecto?*

Sin duda, la experiencia y enfrentarse a la práctica logran desarrollar tanto habilidades técnicas como blandas, sin embargo, la forma-

ción académica es indispensable como base del conocimiento fundamental; en un entorno tan dinámico y altamente competitivo la formación siempre será un complemento indispensable.

*De acuerdo con los múltiples cambios ¿cuáles son las oportunidades para el profesional de TI en la actualidad? ¿Cuáles son los retos?*

En la actualidad hay muchas oportunidades para los profesionales en el sector, la exposición a roles con alcance regional o como mencioné anteriormente apoyando desde Colombia operaciones en otros países; esto le permite tener un nivel de exposición distinto y aprendizajes desde la multiculturalidad; de la mano con la autogestión y el autodesarrollo son factores críticos que apalancan el éxito en la gestión. 🌐

**Sara Gallardo M.** Periodista comunicadora, universidad Jorge Tadeo Lozano. Ha sido directora de las revistas Uno y Cero, Gestión empresarial y Acuc Noticias. Editora de Aló Computadores del diario El Tiempo. Redactora en las revistas Cambio 16, Cambio y Clase Empresarial. Coautora del libro “Lo que cuesta el abuso del poder”. Ha sido corresponsal de la revista Infochannel de México; de los diarios La Prensa de Panamá y La Prensa Gráfica de El Salvador y corresponsal de la revista IN de Lanchile e investigadora en publicaciones culturales. Se ha desempeñado también como gerente de Comunicaciones y Servicio al Comensal en Inmaculada Guadalupe y amigos en Cía. S.A. (Andrés Carne de Res) y editora de Alfaomega Colombiana S.A.; asesora en escritura y producción de libros; es editora de esta revista.

# iSpring - Tu solución integral para todo lo relacionado con el e-learning

## iSpring Suite Max

Herramienta de creación de e-learning rápida: cursos en línea, tutoriales en vídeo, cuestionarios, simulaciones de diálogo y más.



## iSpring Learn LMS

Sistema de gestión de aprendizaje que permite implementar capacitación en línea para tus empleados en tan solo un día.



# Colombia y la formación en TI

Acercamiento a competencias y necesidades en tecnologías emergentes.

DOI: 10.29236/sistemas.n160a4

Claudio Camilo González Clavijo

Edgar José Ruiz Dorantes

Alexandra Aparicio Rodríguez

Arellys de Jesús Rodríguez

Sonia Ximena Moreno Molano

En los últimos años se han generado en todo el mundo, y particularmente en Colombia, múltiples manifestaciones en distintos medios de comunicación y fuentes de análisis, sobre la creciente brecha de talento humano para soportar las necesidades de expansión de las empresas de la industria de las Tecnologías de Información (TI), como (Duque, 2021), (Abudinen, 2020), (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019), (RutaN, 2020), entre otros. En consecuencia, la mirada se dirige hacia el ecosistema de educación superior y sus programas académicos de formación del talento

humano requerido por el sector TI para apalancar su crecimiento, además de otros actores que puedan implementar iniciativas para complementar el desarrollo de competencias, con connotaciones distintas como la denominada educación para el trabajo y el desarrollo humano, o las cientos de certificaciones de herramientas y procesos ofertadas por *partners* de las grandes empresas de TI.

En Colombia hasta el año 2018, los programas tradicionales de formación en el campo de Tecnología de Información (TI) se clasificaban en

el Área denominada *Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y Afines*, por lo general en el Núcleo Básico de Conocimiento de *Ingeniería de sistemas, telemática y afines*. Pero, a partir del citado año, con la incorporación de la Clasificación Internacional Normalizada de Educación –CINE F 2013 AC–, surge la disyuntiva de ubicar los programas en dos clasificaciones distintas: i) *Campo Amplio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)* y *Campo Específico Tecnologías de la Información y la Comunicación* y ii) *Campo Amplio de Ingeniería, Industria y Construcción* y *Campo Específico de Ingeniería y profesiones afines*. Quienes defen-

dían la clasificación de los programas de Ingeniería de Sistemas y afines en el primer campo argumentaban la correspondencia de la denominación del programa con las tecnologías de información y comunicación, mientras que aquellos que defendían la ubicación en el segundo campo tenían como principal argumento la identidad con la denominación de ingeniería. Así como el debate fue extenso, también las decisiones generaron una división en las clasificaciones. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (SINIES, 20-21), se registran 869 programas de educación superior activos, distribuidos así (Tabla 1).

Tabla 1.

<b>NIVEL DE FORMACIÓN</b>	<b>Campo Amplio: Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)</b> No. de Programas: 1354	%	<b>Campo Amplio: Ingeniería, Industria y Construcción</b> No. de Programas: 162	%	<b>Total</b>
Doctorado	7	0,5%	1	0,6%	8
Maestría	82	6,1%	16	9,9%	98
Especialización Universitaria	245	18,1%	2	1,2%	247
Universitaria (Profesional)	157	11,6%	139	85,8%	296
Tecnológico	585	43,2%	2	1,2%	587
Técnico Profesional	191	14,1%	2	1,2%	193
Especialización Tecnológica	80	5,9%	0	0%	80
Especialización Técnica Profesional	7	0,5%	0	0%	7

Fuente: SINIES (Fecha de consulta: 15-09-2021)

Es preciso aclarar que con el nuevo sistema de clasificación del SNIES (Sistema Nacional de Información de Educación Superior) es mucho más complejo ubicar la totalidad de programas relacionados con un campo profesional, como el de las Tecnologías de Información, en los Campos amplios, Específicos y Detallado, considerando que la búsqueda no es fácilmente parametrizable, debido a que son las IES las que determinan cómo realizar y justificar esa categorización de un programa. En el presente ejercicio, la búsqueda e identificación de programas sobre el Campo Amplio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) fue relativamente rápida, mientras que con el Campo Amplio de Ingeniería, Industria y Construcción el proceso ha sido mucho más engorroso y la selección final se hizo uno a uno, por afinidad en las denominaciones. De igual forma, es probable

que haya programas, especialmente de nivel Técnico profesional, Tecnológico y de posgrado (por ejemplo, maestrías y doctorados de denominación genérica), que han sido ubicados en otros Campos Amplios y Campos Específicos. Por estas razones, podría presentarse variación en búsquedas y selecciones posteriores. No obstante, los datos presentados acá han sido cuidadosamente identificados y procesados, bajo el criterio de la afinidad de la denominación con el campo TI, para los propósitos del análisis.

De igual forma, según (SNIES, 20-21), durante el segundo semestre del año 2020 se registraron 111.691 estudiantes matriculados en los programas en la citada clasificación del CINE F 2013 AC, y en el mismo Campo, con la siguiente distribución por Niveles de Formación (Tabla 2).

Tabla 2.

<b>Nivel de Formación</b>	<b>No. De Matriculados</b>	<b>Promedio de Matriculados x Programa</b>
Doctorado	45	5,6
Maestría	1.596	16,3
Especialización Universitaria	1.373	5,6
Universitaria (Profesional)	26.825	90,6
Tecnológico	49.196	83,8
Técnico Profesional	4.776	24,7
Especialización Tecnológica	1.951	24,4
Especialización Técnica Profesional	Sin reporte	Sin reporte

Del análisis de los datos de los niveles de formación y la matrícula de estudiantes, se obtienen interesantes relaciones, dentro de las cuales se destacan las siguientes:

1. El bajo número de programas para formación doctoral (7), lo cual refleja la gran brecha de nuestro país para tener competitividad en escenarios de Ciencia, Tecnología e Innovación, tal como lo planteó el entonces director de Colciencias, Diego Hernández, “Hay un déficit de doctores, estamos graduando en promedio 12 doctores por millón de habitantes, unos 740 se gradúan en el país, pero se necesita subir mínimo a 24 por millón de habitantes. La meta que se propuso la Misión de Sabios hace 30 años era que tuviéramos 1.000 doctores por millón de habitantes. Es decir, tenemos un déficit de 30.000 doctores en el país. Con 45 millones de habitantes deberíamos tener 45.000 doctores.” (La República, 2019). De igual forma, este nivel de formación es el que presenta el promedio más bajo de estudiantes matriculados por programa, con tan sólo 5,6 estudiantes por programa.

2. El número de Especializaciones Universitarias (247), un nivel de formación que sólo tiene reconocimiento en Colombia y unos pocos países más, es superior al número de programas de nivel universitario, cuyos egresados se pretende especializar, según la definición de la ley 30 de 1992, “los programas de especialización son aquellos

que se desarrollan con posterioridad a un programa de pregrado y posibilitan el perfeccionamiento en la misma ocupación, profesión, disciplina o áreas afines o complementarias”. Así mismo, con 5,6 estudiantes matriculados por programa, es también el primer nivel de formación con menor promedio, y con casi dos tercios menos de lo que registran los programas del nivel de maestría, siendo este un nivel de aceptación mundial; este nivel de formación, con 98 programas, es decir, cerca del 40% de los programas de nivel de especialización, alcanza una población estudiantil más alta, lo que evidencia no sólo mayor pertinencia, sino también mayor efectividad.

3. El número de estudiantes matriculados en los programas de nivel tecnológico equivale al 183% de los matriculados en los programas de nivel universitario, porcentaje que puede indicar una positiva respuesta a los llamados del sector productivo para fortalecer la formación de nivel técnico profesional y tecnológico. En este aspecto, el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA– es el gran abanderado del proceso, aportando el 73% de esos estudiantes.

Para el caso de la formación universitaria, la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas –ACIS–, en su libro “Caracterización de la Ingeniería de Sistemas y programas afines en Colombia” establece que “recorrer la vida de la

Ingeniería de Sistemas en Colombia es un reto y un viaje a través de la vida de muchas personas, muchas industrias, muchos visionarios. Reconocer que ha evolucionado y continúa haciéndolo es visualizar que esta disciplina permite repensarse a sí misma para ver su propia limitación, sus propios logros y su propio futuro, más allá de un paradigma eminentemente tecnológico, multidisciplinario” (ACIS,

2015). Parte de esa evolución está planteada en las denominaciones, pero también en la incorporación de la Clasificación Internacional Normalizada de Educación –CINE– F 2013 AC, aplicada en el SNIES a partir del año 2018; en consecuencia, de los 273 programas de nivel universitario, en 24 denominaciones distintas. La distribución es la siguiente (Tabla 3).

Tabla 3.

<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>Campo Amplio: Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) No. de Programas</b>	<b>Campo Amplio: Ingeniería, Industria y Construcción No. de Programas</b>
INGENIERÍA DE SISTEMAS	29	120
INGENIERÍA DE SOFTWARE	24	2
INGENIERÍA EN TELEMÁTICA	20	0
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	17	1
INGENIERÍA INFORMÁTICA	20	1
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA	0	3
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES	0	2
INGENIERÍA MULTIMEDIA	6	4
INGENIERÍA DE DATOS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL	5	0
INGENIERÍA EN ANALÍTICA DE DATOS	2	0
INGENIERÍA EN DISEÑO DE ENTRETENIMIENTO DIGITAL	2	0
INGENIERÍA DE DATOS Y SOFTWARE	1	0
INGENIERÍA EN CIENCIA DE DATOS	1	0

INGENIERÍA EN INFORMÁTICA	1	0
INGENIERÍA EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS	1	0
INGENIERÍA EN MULTIMEDIA	1	1
INGENIERIA EN SEGURIDAD DE LA INFORMACION	1	0
INGENIERÍA EN SOFTWARE	1	0
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES	1	0
INGENIERIA TELEMATICA	1	1
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL	0	1
INGENIERIA DE SISTEMAS CIBERNETICOS	0	1
INGENIERIA DE SISTEMAS DE INFORMACION	0	1
INGENIERIA DE SOFTWARE Y COMPUTACIÓN	0	1

Fuente: SNIES (Fecha de consulta: 15-09-2021)

Como puede apreciarse en la tabla, predomina la denominación tradicional de Ingeniería de Sistemas, manteniéndose otras con décadas de trayectoria (Sistemas y Computación, Informática, Software, Telemática), pero han empezado a aparecer algunas que denotan un enfoque particular en tecnologías emergentes: Inteligencia artificial, Analítica y Ciencia de datos, Seguridad de la información, Multimedia, Inteligencia de negocios, Entretenimiento digital, entre ellas, planteando una disrupción en relación con los campos de formación y de

ocupación que tradicionalmente se asociaron con los egresados de las ingenierías con denominaciones tradicionales.

En relación con la articulación de la educación con la industria TI y el denominado Talento Digital, los Ministerios de las TIC y el de Educación Nacional han liderado la construcción del Marco Nacional de Cualificaciones (MEN, 2017), e iniciaron su puesta en marcha a través de un proyecto piloto en el sector TIC, dada la importancia y relevancia de la industria a nivel local e

internacional; el trabajo correspondiente al sector TI se ha adelantado a través de diversas estrategias, diseñando nuevas cualificaciones que tendrían un impacto positivo en la industria, pues se encuentran alineadas con las tendencias locales e internacionales, así como gracias a directrices del Ministerio de Educación para articular los programas académicos al citado Marco.

### Tasa de empleabilidad e ingresos promedios

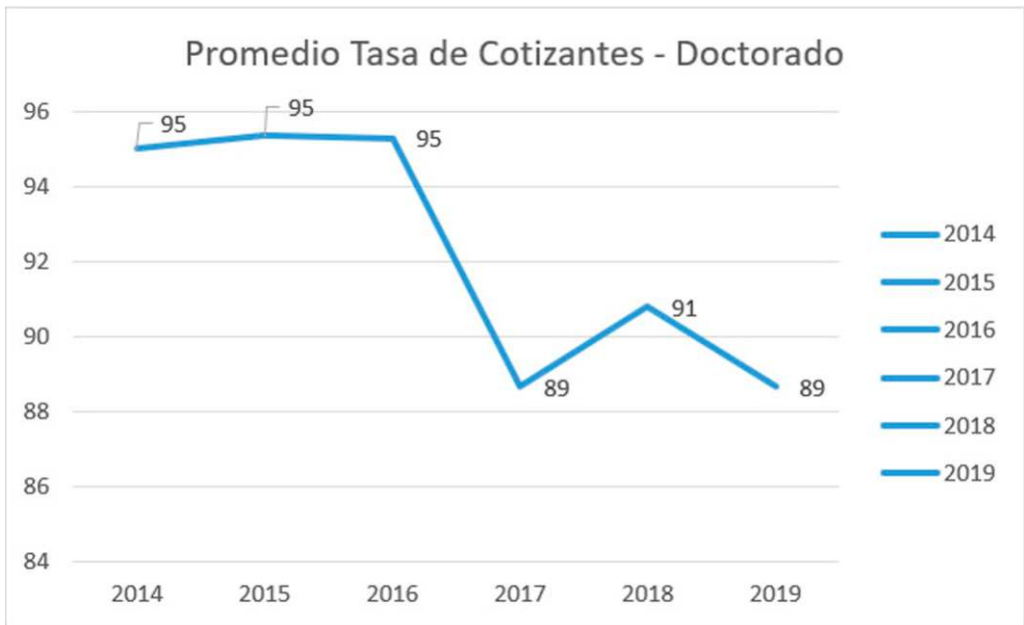
De acuerdo con datos del Observatorio Laboral de Educación (OLE, 2021), sobre graduados de programas académicos del campo de las TI, en los años 2014 a 2019,

podemos encontrar los siguientes indicadores relacionados con tasas de cotizantes al sistema de seguridad social (Gráfica 1).

Según la gráfica, la tasa de cotizantes de los profesionales con formación doctoral, si bien ha estado en niveles muy altos, entre los años 2016 a 2019 se redujo hasta en seis puntos porcentuales (Gráfica 2).

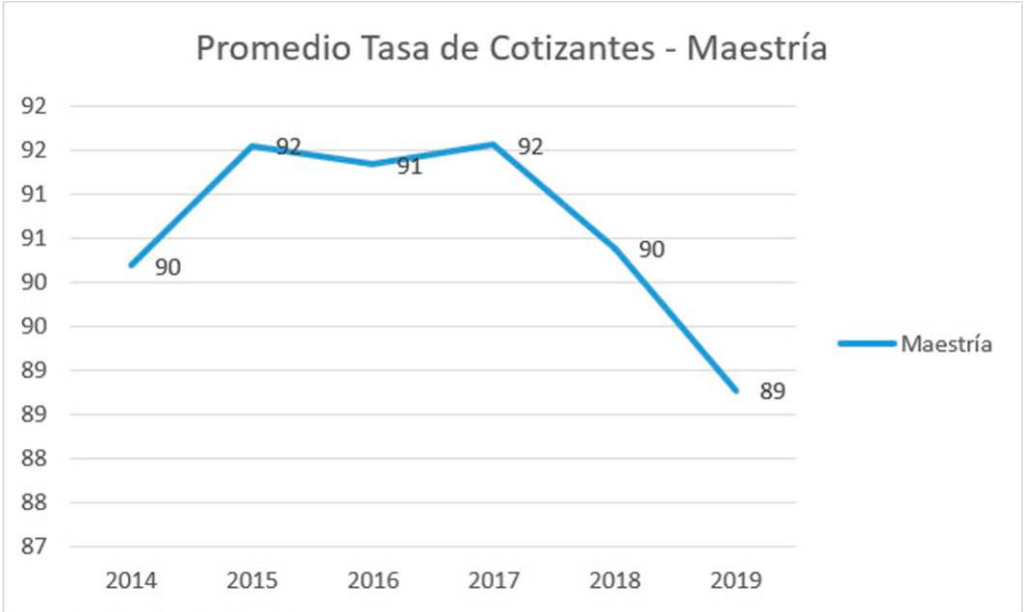
Para el caso de la tasa de cotizantes de los profesionales con formación de magister, si bien ha estado en niveles muy altos, entre los años 2017 a 2019 se redujo hasta en tres puntos porcentuales (Gráfica 3).

Gráfica 1.



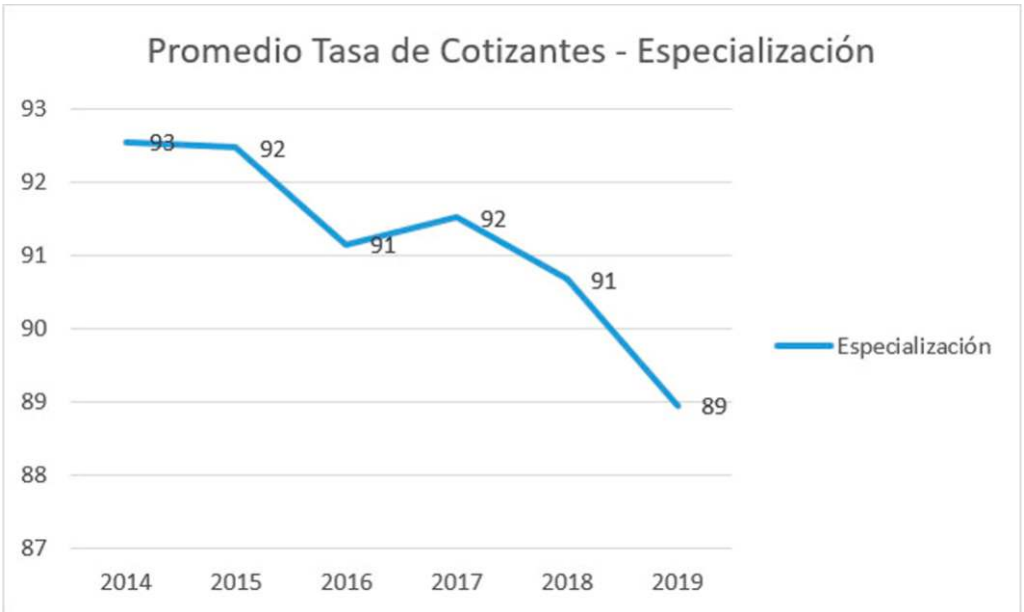
Fuente: (OLE,2021)

Gráfica 2.



Fuente: (OLE,2021)

Gráfica 3.



Fuente: (OLE,2021)

Nuevamente se observa para la tasa de cotizantes de los profesionales con formación de especialistas, que, si bien ha estado en niveles muy altos, entre los años 2017 a 2019 se redujo hasta en tres puntos porcentuales (Gráfica 4).

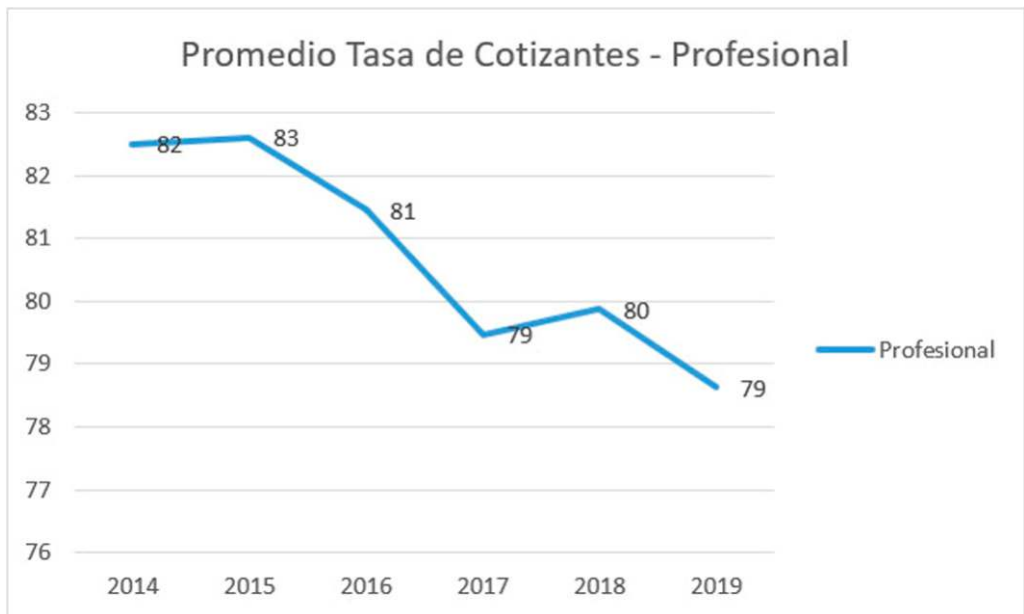
Para el caso de los graduados en los programas profesionales, la tasa de cotizantes se ha venido reduciendo entre 2015 a 2019 en cuatro puntos porcentuales (Gráfica 5).

De igual manera, la tasa de cotizantes de los profesionales con formación de tecnológica entre los años 2015 a 2019 se redujo hasta en dos puntos porcentuales.

En relación con los datos de tasa de cotizantes graduados en 2014 y 2015, entre profesionales del campo de las TI, se puede concluir que:

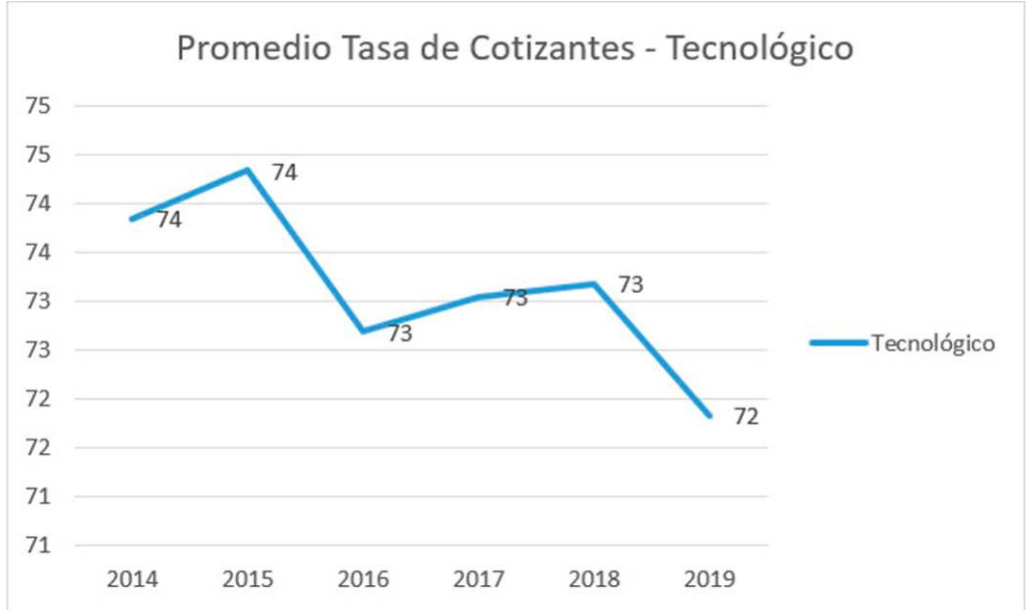
- A mayor nivel de formación, la tasa de cotizantes es más alta.
- En la actualidad, los graduados de nivel tecnológico tienen la más baja tasa de cotizantes.
- Existe un considerable incremento de hasta 10 puntos porcentuales entre los graduados con nivel de formación universitaria y los graduados con nivel especialista.
- La diferencia de cotizantes con nivel de especialización y los de nivel maestría es casi nula.

Gráfica 4.



Fuente: (OLE,2021)

Gráfica 5.



Fuente: (OLE,2021)

- Para todos los graduados, en los últimos años registrados se evidencia una disminución en las tasas de cotizantes.

En el mismo (OLE, 2021) se han extraído datos sobre el ingreso promedio de los cotizantes graduados en los años 2014 y 2015 (Tabla 4).

Tabla 4.

Nivel Formación Egresado	de del	Ingreso promedio graduados 2014	Ingreso promedio graduados 2015	Variación entre años	Incremento por Nivel de Formación
Tecnología		\$ 1.451.499,01	\$ 1.494.987,36	3%	
Universitario		\$ 2.400.503,62	\$ 2.512.207,42	5%	65%
Especialista		\$ 3.666.736,49	\$ 3.786.968,86	3%	53%
Maestría		\$ 4.318.675,22	\$ 4.500.103,97	4%	18%

Fuente: (OLE,2021)

De acuerdo con los datos de ingreso promedio de los cotizantes, se puede concluir que:

- Los cotizantes con nivel de formación de tecnólogo tienen el más bajo ingreso promedio de todos los profesionales del campo TI, con 65% menos ingreso que un profesional con nivel universitario.
- El ingreso promedio de los cotizantes con nivel de formación de tecnólogo es inferior a dos salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Un profesional graduado también en una especialización mejora 53% su ingreso promedio, mientras que si se gradúa de magíster mejora su ingreso un 80%.
- La considerable diferencia en el ingreso promedio de un profesional con nivel de tecnólogo, además de la tasa de cotizantes más baja de todos los niveles, explica razonablemente la expectativa que estos profesionales manifiestan en seguir su proceso de formación a nivel universitario y luego a nivel de posgrado.
- Es evidente que los ingresos promedio de los profesionales se incrementan cuando logran escalar en los niveles de formación.

### **Referentes más comunes para el diseño de programas académicos**

Con el propósito de generar un marco conceptual y teórico que permita conocer y reconocer las características de los programas de formación en TI frente al ámbito

nacional e internacional, se reconocen los siguientes referentes:

- Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society. Computer Science Curricula.
- Swebok. Guide to the Software Engineering. Body of Knowledge. Versión 3.0.
- Caracterización del Sector de Teleinformática, Software y TI en Colombia 2015 – SENA – MIN-TIC y FEDESOFTE.
- Tendencias de la Ingeniería de Sistemas de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas.
- Marco Nacional de Cualificaciones del Ministerio de Educación Nacional.

La Joint ACM/IEEE-CS Task Force on Computing Curricula es un comité que continúa una tarea comenzada por ACM en 1965, estableciendo regularmente recomendaciones curriculares actualizadas sobre la disciplina. Desde 1991 ACM/IEEE ha producido reportes conjuntos, ampliamente acogidos por la comunidad académica internacional. También se encuentra de manera independiente, siendo estas entidades la fuente de referencias en la construcción de los currículos de programas en el área TI.

Para ACM, se resaltan las siguientes propuestas de formación en las áreas de la computación de acuerdo con el Computing Curricula: The Overview Report (CC2020) suministra las pautas para el diseño de

currículos en siete subdisciplinas definidas como: Ciencias de la Computación, Ingeniería Informática, Sistemas de Información, Tecnología de la Información, Ingeniería de Software, Seguridad Cibernética, y Ciencia de Datos.

Para cada una de dichas subdisciplinas, ACM establece un cuerpo de conocimiento organizado en áreas. Las más representativas para el análisis y construcción de currículos en computación que han sido revisadas por el Computing Curricula entre el 2001 y el 2021, son:

- Algoritmos y complejidad
- Arquitectura y organización
- Ciencias de la Computación
- Estructuras discretas
- Gráficos y visualización
- Interacción persona-computadora
- Garantía y seguridad de la información
- Gestión de la información
- Sistemas inteligentes
- Redes y comunicaciones
- Sistemas operativos
- Desarrollo basado en plataforma
- Computación en paralelo y distribuida
- Lenguajes de programación
- Fundamentos del desarrollo de software
- Ingeniería de software
- Fundamentos de sistemas
- Problemas sociales y práctica profesional

Algunas de estas áreas de conocimiento han estado presentes en todo el desarrollo y evolución de la

disciplina, otras han sido revisadas de forma significativa en Computing Curricula, así como otras son nuevas y han crecido en importancia desde 2001 y ahora son parte integral los estudios en computación, como son la seguridad informática y el aseguramiento de la información.

Por otra parte, el consorcio formado por compañías de tecnologías de información y de comunicaciones europeas y por la Asociación Tecnológica Europea de Industrias de la Electrónica, la Información y las Comunicaciones (EICTA) denominado Career Space, trabaja en colaboración con la Comisión Europea en la aplicación de tecnologías de información y comunicaciones en Europa y en la formación de personal capacitado para llevar a cabo esta tarea. Las directrices para el desarrollo curricular son documentos que establecen una visión europea de lo que debe ser la formación en informática. A diferencia de los documentos de ACM / IEEE, el documento de Career Space tiene un enfoque guiado por las necesidades de las empresas y por los perfiles de capacidades profesionales genéricas de TI.

Se han elaborado dieciocho perfiles genéricos de puestos de trabajo en las siguientes áreas:

### **Telecomunicaciones**

- Ingeniería de radiofrecuencia (RF)
- Diseño digital

- Ingeniería de comunicación de datos
- Diseño de aplicaciones para el procesamiento digital de señales
- Diseño de redes de comunicación

### Software y servicios

- Desarrollo de software y aplicaciones
- Arquitectura y diseño de software
- Diseño multimedia
- Consultoría de empresas de TI
- Asistencia técnica

### Productos y sistemas

- Diseño del producto
- Ingeniería de integración y pruebas e implantación y pruebas
- Especialista en sistemas

### Intersectoriales

- Dirección de marketing de TIC
- Dirección de proyectos de TIC
- Desarrollo de investigación y tecnología
- Dirección de TIC
- Dirección de ventas de TIC

Software Human Resource Council (SHRC), es una agencia canadiense que se preocupa por el desarrollo del recurso humano y la definición de los perfiles profesionales para el sector software. SHRC actúa como un agente de cambio principal para la industria del software y tiene como propósito:

- Maximizar la oferta y la calidad de los nuevos participantes en la fuerza de trabajo de software.

- Mejorar los niveles de habilidad de los que ya están en la industria.
- Realizar un seguimiento de los cambios en la oferta y la demanda de trabajadores de software.
- Integrar el proceso continuo de formación educativa.
- Mejorar la definición y la imagen de los trabajadores del sector con el fin de atraer nuevos participantes.
- Promover los perfiles de competencia laboral que asisten a la industria canadiense de software para competir eficazmente en el mercado internacional.

SWEBOK v3.0, Software Engineering Body of Knowledge, es un documento sobre el Cuerpo de Conocimiento de Ingeniería de Software, un proyecto de la IEEE Computer Society y representa un consenso con relación a la disciplina. El SWEBOK, ha establecido cinco (5) objetivos principales:

1. Proveer una visión consistente en todo el mundo de la ingeniería de software.
2. Especificar el alcance de la ingeniería de software, con relación a otras disciplinas como la informática, la gestión de proyectos y la ingeniería informática.
3. Caracterizar el contenido de la disciplina de la ingeniería de software.
4. Proporcionar un acceso al cuerpo de conocimiento de la ingeniería de software.

5. Proporcionar una base para el desarrollo de planes de estudios y certificaciones.

Swebok, está organizado en quince (15) áreas de conocimiento, así:

- Requisitos de Software
- Diseño de software
- Construcción de software
- Pruebas de software
- Mantenimiento del software
- Gestión de la configuración de software
- Gestión de ingeniería de software
- Proceso de ingeniería de software
- Modelos y métodos de ingeniería de software
- Calidad del software
- Práctica profesional de ingeniería de software
- Economía de la ingeniería de software
- Fundamentos de la computación
- Fundamentos matemáticos
- Fundamentos de ingeniería

Swebok también identifica siete (7) disciplinas que se cruzan con la ingeniería de software, estas son:

- Ingeniería Informática
- Ciencias de la Computación
- Administración General
- Matemáticas
- Gestión de proyectos
- Gestión de la calidad
- Ingeniería de Sistemas

A nivel Nacional, la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas –ACIS– es una organización

sin ánimo de lucro que agrupa a más de 1500 profesionales en el área de sistemas y tiene como objetivos estratégicos:

1. Promover la disciplina de las tecnologías de información y fortalecer el gremio del talento de TI.
2. Potenciar el Talento Humano de Tecnología Informática contribuyendo a su formación y actualización profesional.
3. Apoyar la aplicación y práctica responsable de la tecnología informática.
4. Velar por la formación y aplicación idóneas de la TI en el país.

### Los roles de los profesionales en TI

Con respecto al mercado laboral colombiano relacionado con el sector TI, específicamente en el campo de la Ingeniería de Sistemas, se han identificado distintos roles, tanto en el plano laboral como en el sector educativo. De acuerdo con el estudio de salarios del sector de software y TI de Colombia, desarrollado por Mintic y Fedesoft, se establecen los cargos relacionados en el área de operaciones los cuales son: Gerente de operaciones, Gerente de desarrollo, Arquitecto de software Senior, Arquitecto de software estándar, Arquitecto de software junior, Líder de desarrollo senior, Líder de desarrollo estándar, Líder de desarrollo junior, Líder de calidad Senior, Líder de calidad estándar, Líder de calidad junior, Ingeniero de desarrollo Senior, Ingeniero de desarrollo estándar, Inge-

niero de desarrollo junior, Administrador de la configuración, Analista especificador / Funcional / Negocio senior, Analista especificador / Funcional / Negocio estándar, Analista especificador / Funcional / Negocio junior, Administrador de base de datos, Analista de pruebas senior, Analista de pruebas estándar y Analista de pruebas junior. El mismo estudio establece los siguientes cargos para el área de servicio al cliente y comercial: Gerente servicio al cliente, Director de proyecto, Coordinador de proyecto, Líder / Consultor funcional – Senior, Líder / Consultor funcional - Estándar, Líder / Consultor funcional – Junior, Ingeniero de servicios / Soporte senior, Ingeniero de servicios / Soporte estándar, Ingeniero de servicios / Soporte junior, Analista de servicio / Soporte, Gerente comercial, Director Comercial, Gerente de zona/Regional y Gerente de Producto / línea /cuenta (MINTIC y Fedesoft, 2015, pp. 19-81 )

Dada la dinámica cambiante en ésta área de formación, los diferentes roles en el sector TI, tanto en el área productiva como comercial, y el afán que tienen instancias gubernamentales, gremios del sector y empresarios por generar más capacidades de oferta de talento humano para la industria TI, es necesario considerar e identificar la percepción que los profesionales del área TI tienen sobre el mercado laboral, de forma tal que sea posible contrastar las diversas visiones y generar estrategias dentro del sec-

tor TI para el fortalecimiento de la profesión. Esto en razón a que las múltiples campañas, estrategias y acciones para formar más talento humano, sin marcos de referencia para el control cuantitativo y cualitativo, podría desequilibrar considerablemente la ecuación de oferta y demanda de profesionales, lo cual generaría un inevitable deterioro en la oferta salarial y reconocimiento laboral de estos profesionales.

A partir de las descripciones anteriores, surgen interrogantes, como: ¿Cuál es la percepción que los profesionales del área TI tienen sobre el mercado laboral, nacional o internacional, para los egresados de programas académicos relacionados con TI?

¿Cuál es el impacto que tienen las diferentes titulaciones de los profesionales de TI en la sociedad?

¿Cuáles son las necesidades que, en términos de competencias, reconocen los egresados de programas académicos del sector TI, en relación con su desarrollo profesional?

¿Qué estrategias se pueden implementar para fortalecer procesos formativos institucionales y competencias profesionales en TI, que respondan a las necesidades del contexto global?

En consecuencia, se plantea la total pertinencia de un análisis que

tome como fuente primaria de información a los profesionales del sector TI, egresados de los programas de Ingeniería de Sistemas y afines, explorando aspectos como:

- Aporte de la formación al ejercicio profesional: Bajo esta categoría, además de conocer la institución en la cual obtuvo su título profesional, también es posible identificar el relacionamiento de la institución con su egresado, la relevancia de su profesión en el país donde labora, como también el desempeño dentro del mercado laboral y a su nivel de satisfacción.

- Necesidades de cualificación: Esta categoría puede ser dividida en tres partes; la primera corresponde con la formación posgradual, tomando en consideración que un posgrado hoy en día es de gran importancia, debido a que permite al profesional profundizar en un sector específico dentro del abanico de alternativas que tiene su área de conocimiento, así como apuntar a mejores ofertas laborales y mayor remuneración salarial; por tanto, no basta conocer si el egresado cuenta con este tipo de formación, sino también el porcentaje que existe de profesionales con titulación posgradual y sus motivaciones para optar por ello, o las razones que se lo impiden. La segunda orientada a identificar si cuenta con otro tipo de actualización a través de cursos o seminarios después de graduado, pues esta formación permite identificar las necesidades y el tipo de

cualificación dentro del sector TI y bajo que modalidad se desarrolla. Y la tercera ligada a las tecnologías de información, donde se pueda identificar cómo se encuentra el egresado en conocimientos, experiencias y deseos de cualificación entre las 10 tendencias tecnológicas propuesta por Gartner (2020).

- Campos de actuación profesional: Esta categoría se compone de dos partes, la primera está demarcada por la empleabilidad de los egresados dentro del campo de actuación en el sector TI y su nivel de satisfacción, en cuanto a su desarrollo profesional y calidad de vida. La segunda parte es la identificación del egresado como emprendedor en el área de TI y, de ser así, si ha tenido el apoyo de entidades gubernamentales o privadas, orientación o capacitación por parte de la institución que egresó y escollos que se presentan al momento de emprender.

- Otros elementos relevantes para determinar una mejor y más efectiva formación del talento humano alineando necesidades y oportunidades para el desarrollo del país.

## Referencias

Abudinen, K. (2020). Colombia podría alcanzar un déficit de 112.000 programadores en 2025. *Elempleo*. <https://www.eempleo.com/co/noticias/noticias-laborales/colombia-podria-alcanzar-un-deficit-de-112000-programadores-en-2025-6209>

- ACIS - Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (2021). Colombia y la Tarea de Cerrar su Brecha de Profesionales TI. <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/colombia-y-la-tarea-de-cerrar-su-brecha-de-profesionales-ti>
- ACM-IEEE. (2020). COMPUTING CURRICULA 2020, Paradigms for Global Computing Education. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas. ACIS. [www.acis.org.co](http://www.acis.org.co)
- Cámara de Comercio de Bogotá (2019). Talento humano, una prioridad del Clúster de Software y TI. <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Software-y-TI/Noticias/2019/Noviembre-2019/Talento-humano-una-prioridad-del-Cluster-de-Software-y-TI>
- Duque, X. (2021). El plan de FEDESOFTE para que el sector tecnológico siga creciendo. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/innovacion/fedesoft-plan-para-que-sector-tecnologico-siga-creciendo-en-colombia-554262>
- Gartner (2020). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends For 2020. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>
- Hernández, D. (2019). Hay déficit de doctores, graduamos en promedio 12 por millón de habitantes. *La República*. <https://www.larepublica.co/economia/hay-deficit-de-doctores-graduamos-en-promedio-12-por-millon-de-habitantes-2890483>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2003). Metodología de la investigación. Cuarta edición. México: Mc Graw Hill
- IEEE - Computer Society. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). Versión 3.0. 2014
- MEN (2017). Marco Nacional de Cualificaciones, Sector TIC. [https://cms.mineduccion.gov.co/sstatic/cache/binaries/articles-362829\\_recurso.pdf?binary\\_rand=1637](https://cms.mineduccion.gov.co/sstatic/cache/binaries/articles-362829_recurso.pdf?binary_rand=1637)
- Ministerio de Educación Nacional. Marco Nacional de Cualificaciones. Sector TIC – Tecnologías de la Información y las comunicaciones. Colombia. 2017. [http://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-362829\\_recurso.pdf](http://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-362829_recurso.pdf)
- Rodríguez D, M., y Forero R, C. (2015). Caracterización de la Ingeniería de Sistemas y programas afines en Colombia. Asociación Colombiana de Ingeniería de Sistemas. <http://52.1.175.72/portal/sites/all/themes/argo/assets/img/Pagina/LibrosACIS/Investigacion.pdf>
- RutaN (2020). A 2025 Colombia necesitará 200.000 especialistas en TI. <https://www.rutanmedellin.org/es/tendencias/item/informe-talento-2020>

**Claudio Camilo González Clavijo.** Decano de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD-. Doctorado en curso sobre Tecnología Educativa de la Universidad de Lleida (España); Magister en Educación de la Universidad de San Buenaventura; Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia; Ingeniero de Sistemas de la Universidad Central. Miembro de ACIS, Vicepresidente de Membresías de LACCEI (Latin American and Caribbean Engineering Institutions), Miembro del Consejo Directivo de ACOFI (en representación de la UNAD). Sus intereses y aportes en investigación están relacionados con Educación en ingeniería, Tecnologías de Información, Aseguramiento de calidad de la educación, Educación a distancia y virtual.

**Edgar José Ruiz Dorantes.** Director del Área Académica de Industrias y Tecnologías Digitales de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Maestro en Tecnología Educativa Instituto Tecnológico de Monterrey (México), Especialista en Sistemas de Información Gerencial y Programa de Alta Gerencia de la Universidad de los Andes, Especialista en Administración de Empresas de la Universidad del Rosario, Especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje de la Organización de Estados Iberoamericanos OEI e Ingeniero de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. Miembro del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería – COPNIA seccional Cundinamarca.

**Alexandra Aparicio Rodríguez,** Docente Ocasional con funciones especiales. Líder Nacional del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Ingeniera de Sistemas y Magister en Educación y TICs de la Universitat Oberta de Catalunya. Líder del Comité de currículo de REDIS-Bogotá.

**Arellys de Jesús Correa R.** Mag., Ingeniera de sistemas del Politécnico Gran Colombiano, Máster of Art in Education, Specialization in Online Education, de la UNAD – Florida y candidata a Magister en Gestión de Tecnologías de la Información con la UNAD. Actualmente docente e investigadora de tiempo completo de esta misma institución en la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, líder del semillero de investigación Innova del programa de Ingeniería de sistemas; Presidente del Nodo REDIS-Caribe. Sus contribuciones están relacionadas con generación de contenidos virtuales y diseño instruccional para el modelo de educación a distancia.

**Sonia Ximena Moreno M.,** Docente Ocasional Líder del Programa de Especialización en Seguridad Informática de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Magister en Administración Educativa del Tecnológico de Monterrey, Ingeniera de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia. Miembro Fundador de la Red Colombiana de Investigación en Ciberseguridad - RedCIC, y del Capítulo de Ciberseguridad de la Sociedad Colombiana de Computación.

# Prospectiva de las competencias de TI, presente y futuro

DOI: 10.29236/sistemas.n160a5

*Las circunstancias del presente sumadas a los avances tecnológicos harán este debate muy interesante y, por demás, enriquecedor.*

Sara Gallardo M.

Las condiciones actuales generan una serie de interrogantes cargados de incertidumbre. De ahí la inminente necesidad de analizarlas, toda vez que, si la tecnología informática había sido siempre protagonista, ahora se posesiona con mayor altivez en cualquier ambiente del ser humano.

Razón suficiente para que el foro de esta edición se ocupe de varios de los asuntos más relevantes, con el ánimo de suministrar herramientas útiles para quienes tienen la responsabilidad de formar los profesionales del presente y del futuro. Con tales propósitos asistieron al encuentro: Bernardo Vargas Gib-

sone, presidente de ISA; Abraham Martínez Fernández, director de Marketing and Operations en Microsoft Colombia; Oswaldo Castillo Navetti, presidente de Redis; Luis Alberto González Araujo, director ejecutivo de ACOFI; Rafael García Gómez, decano de la Facultad de Ingeniería del Politécnico y Ximena Duque Alzate, presidente de Fedesoftware.

El director de la revista, Jeimy J. Cano Martínez, después de dar la bienvenida a los invitados señaló: “queremos suministrar a nuestros lectores algunas guías sobre cómo será la transformación del ingeniero de Sistemas y las voces más

autorizadas para hacerlo son los invitados a este encuentro”.

Por su parte, Jorge Camargo Mendoza, editor técnico y moderador del foro, abrió el debate con la primera pregunta:

*¿Se requiere desarrollar competencias o capacidades, o las dos, en los profesionales de las tecnologías de la información frente a los retos emergentes al 2030?*

**Ximena Duque Alzate**

*Presidente Fedesoft*

La evolución de la tecnología nos obliga a estar en capacitación constantemente, incluso no sólo

para perfiles TI, sino para todos los oficios y profesiones; es fundamental incorporar el *reskilling* y el *upskilling* como estrategia de formación y responsabilidad de entidades públicas y de empresas privadas.

**Abraham Martínez Fernández**

*Director de Marketing and Operations Microsoft Colombia*

Es importante trabajar en las dos; en Microsoft tenemos una visión muy ajustada a la visión 2030 del Órgano de Solución de Diferencias (OSD), de la Organización Mundial del Comercio (OMC) que traza un *Fireworks* para ver un futuro con un desarrollo sostenible. Quiero resaltar



algo muy interesante y es que más allá de las capacidades o competencias que se requieran ¿cuál es el futuro que queremos para nuestra sociedad? En mi opinión dividiría la conversación en ese impacto de sostenibilidad en el planeta, impacto en las personas y en el desarrollo que queremos para el país. A partir de eso podemos construir toda una estructura de competencias y capacidades.

### **Bernardo Vargas Gibsone**

*Presidente  
ISA*



Según Kai-Fu Lee en su libro “Superpotencias de la inteligencia artificial”, quienes no estemos ‘untados’ del concepto de competencias y capacidades digitales a través de sistemas, nos vamos a quedar sin puesto, entonces yo estoy analizando cómo mando una hoja de vida a alguna de sus facultades para ver si logro tener una vida laboral un poco más longeva.

Sin duda, la transformación digital está en capacidades y conocimientos que trasciendan el concepto particular de la técnica. Se requieren también capacidades híbridas de relacionamiento con otros, además de un conjunto de habilidades, yo diría más “soft”, más de humanidad, pues son las únicas que al final del día nos van a diferenciar y a evitar que seamos remplazados por las máquinas. Quienes además de habilidades técnicas, tengamos habilidades de relacionamiento para poder interactuar mejor entre nosotros ganaremos la partida. Este autor, quizás uno de los más importantes ingenieros del mundo en inteligencia artificial con logros impresionantes en ese tema, luego de sufrir un quiebre personal profundo en su vida que le hizo repensar muchos de sus inamovibles profesionales que él pensaba eran fuentes de su éxito, termina el libro con la frase: “ámense los unos a los otros” para resaltar que sin el componente humano de por medio, los esfuerzos de avance técnico de las máquinas dejan de cumplir su propósito final de servir a los seres humanos y no lo contrario.

En el grupo ISA realizamos nuestra tercera feria de transformación digital en la que invitamos a expertos globales para hablar sobre estos temas. Invitamos por ejemplo a Raquel Roca y ella nos decía que cada alumno del sistema educativo debería tener su propia caja digital de herramientas para emprender de

manera innovadora cualquier tipo de competencia o profesión. Y enfatizaba en que la clave de la supervivencia laboral en este siglo reside en transitar por lo digital, pero también por lo desconocido. Esto implica que los jóvenes que están ahí, tienen que abrir su mente para recorrer ese camino incierto de los sueños y la innovación; esa fue su invitación. En ISA estamos totalmente enfocados en eso, en que la transformación es fundamental, no solo para lograr las competencias técnicas que requerimos hacia el futuro, sino para soñar con imposibles que den pie hacia la trascendencia que nos va a permitir alejarnos de la obsolescencia en un grupo humano eminentemente compuesto de ingenieros.

Y concluyo mi respuesta señalando que el riesgo de la ingeniería es de pronto mucho más fácil de manejar con las competencias que adquirimos en las aulas universitarias que los riesgos de la interacción humana, que los riesgos del relacionamiento entre comunidades, para enfrentar de la mejor manera ese desafío gigantesco que es proteger nuestro medio ambiente y construir una sociedad más incluyente y menos desigual.

### **Luis Alberto González Araujo**

*Director ejecutivo  
ACOFI*

Aunque en apariencia el año 2030 esté lejos, lo cierto es que está muy cerca, toda vez que en el ámbito académico será ver una o máximo

dos cohortes formadas en esta década y comenzar la vida profesional. Es importante entender que en esta cuarta revolución industrial hay un cruce que no sucedía en las tres anteriores, en las que la preocupación era únicamente el desarrollo industrial, asociado a la tecnología y las máquinas. Ahora surge un nuevo reto porque se cruza la tecnología con la solución de problemas cada vez más complejos, sumados a los económicos y ambientales para responder a las necesidades y el tema digital juega un papel protagónico.

La humanización de las profesiones es cada vez más palpable y necesaria, pero no podemos olvidar que a nosotros nos van a contratar como ingenieros, pero no podemos dejar de lado, las habilidades blandas o profesionales que deben estar exactamente al mismo nivel. En esta jornada estamos hablando de TI y es necesario buscar ese equili-



brio que, sin duda, es un reto en los programas de Ingeniería de Sistemas en este caso, pero que involucra a toda la sociedad.

Por otro lado, nos cuesta mucho la mirada interdisciplinaria. Pensamos que la transformación digital es un problema para los profesionales del área y resulta que es algo que nos afecta a todos, ingenieros y profesionales de otras áreas. Quizás de las cuestiones más complejas es reconocer el factor humano que existe detrás de cada proceso y a la vez entender que persuadir a las personas es fundamental, pues nosotros podemos hablar de mucha técnica, pero no podemos dejar al margen en ningún momento la parte humana que nos va a dar el valor agregado para poder ser exitosos en el desarrollo profesional que tengamos.

### **Rafael García Gómez**

*Decano de la Facultad de Ingeniería*

*Politécnico Gran Colombiano*

Antes de ingresar a esta reunión estaba terminando de pelear con mi computador y no se con exactitud quién ganó, lo interesante es que estamos empezando a entender este momento. Esta experiencia tiene que ver con las competencias. No sé si alguno de ustedes ha hecho el experimento de mirarse desde afuera en las múltiples reuniones que hemos tenido utilizando estas plataformas. La reflexión parece tonta, pero nos encontramos frente a un computador, hablándole

a los fierros con la fe de que lo que está sucediendo en nuestras pantallas y lo que estamos escuchando sí proviene de otros seres humanos. Esta situación nos pone en tela de juicio, desde el punto de vista de la interacción.

Competencias sí se necesitan, tanto como saber que la gente aprenda a ser, aprenda a aprender, aprenda a emprender, aprenda y que tenga esas competencias. Las capacidades también hay que desarrollarlas, porque es necesario que las personas sean capaces de hacer otras cosas y que tengan la posibilidad, así no sean capaces, de desarrollar esa capacidad.

Lo que se ha mencionado tiene que ver con lo que algunos llaman competencias técnicas versus competencias blandas, que no sé por qué les ponen ese adjetivo que las hace sonar como si tuvieran menos potencia y, en ese sentido señaló que



se trata de un ejercicio de fe. Nosotros desde las universidades proponemos un programa académico y eso puede tomar dos años, a veces tres, antes de tener los primeros estudiantes. Luego pasan otros cuatro o cinco hasta que se gradúan, lo que puede sumar nueve años.

Todo está alrededor de un humano curioso, que tiene preguntas y la capacidad de buscar sus respuestas.

**Oswaldo Castillo Navetti**  
*Presidente*  
*Redis*



En mi opinión los profesionales de TI esperamos más y más superpoderes y eso me asusta. Se trata de saber de todo; además de todos los temas inherentes al mundo tecnológico, es necesario saber sobre economía, contabilidad y sus derivados, sobre gerencia de proyec-

tos y sobre otro cúmulo de asuntos no relacionados con Ingeniería de Sistemas, pero que se esperan de un líder de TI. Así mismo tenemos que saber de Humanidades y debemos escribir bien; en otras palabras, una serie de competencias blandas que resultan más duras, son más difíciles de adquirir y mantener; y lo que es peor, es muy difícil convencer a los estudiantes próximos profesionales de la necesidad de tenerlas. Siempre me ha parecido un reto muy interesante en el medio académico lograr transmitir ese tipo de requerimientos.

**Jeimy J. Cano M.**

A manera de resumen de las intervenciones realizadas por los participantes podemos anotar las siguientes ideas:

- Los profesionales de TI deben lanzarse a desaprender, a desinstalarse de lo conocido para navegar en el incierto.
- Los profesionales de TI deberán todo el tiempo hacer un ejercicio de humanidad sociotécnica que busque una visión más interdisciplinar y de conexión con otros saberes.

**Jorge Camargo**

*¿Cuáles serían las competencias y capacidades requeridas para los líderes de TI de cara al 2030?*

**Ximena Duque A.**

En nueve años la tecnología tendrá nuevos desarrollos que en este momento no podemos determinar, con

seguridad todas las competencias relacionadas con inteligencia artificial, *blockchain*, ciencia de datos y automatización, entre otros, serán obligatorias en conocimiento y experiencia para los perfiles TI.

### Abraham Martínez F.



En mi concepto considero entre seis y siete capacidades y competencias importantes. La primera muy relacionada con un estudio adelantado por la firma Mckenzie en torno a más de dos mil empresas en el mundo, sobre lo que va a ocurrir en términos de automatización e inteligencia artificial y los hallazgos son impresionantes.

El primer hallazgo es que para 2030, el 30% de los empleos que conocemos en el mundo y sobre todo de los empleos que ellos llaman de corta proximidad, líneas de producción, entre otros, en los cua-

les las personas están muy cerca, son empleos que van a ser reemplazados o automatizados y para 2050 se estima que entre automatización e inteligencia artificial la mitad de los empleos del mundo van a ser reemplazados de alguna forma y se generarán otros mecanismos y otros modelos de empleabilidad completamente diferentes. Esto nos lleva a pensar en esas seis o siete capacidades importantes que debemos cultivar en la Academia y específicamente para TI.

### Bernardo Vargas G.

Evidentemente, las empresas requerimos profesionales que, desde el punto de vista de las competencias, sepan analizar datos y esto no es fácil de lograr en el ambiente competitivo actual por ese tipo de talento. Ese requisito es fundamental para transformar un grupo como el nuestro, para lograr una mejor comprensión de la injerencia que tiene el análisis de data en todos los procesos. Esto además, hace necesario un cambio cultural para que haya una gran sintonía interna con estos conceptos y esto se logra a través de la comunicación, aspecto bastante complicado para nuestros ingenieros; ellos son magníficos en el análisis técnico, pero comunicar es un desafío.

Para poder establecer la transición cultural necesaria, no solo en la empresa, sino al final del día en la sociedad, es importante comunicar muy bien y en esos términos estoy muy contento de saber que en este

panel estamos de acuerdo en que para eso se exige no solamente la capacidad técnica.

Al planteamiento hecho en este encuentro, de que “a los ingenieros hoy se les exige ser verdaderos súper héroes, pues además de lo técnico se espera que tengan una variedad de conocimientos transversales a su disciplina”, agrego que lamentablemente estas exigencias no son solo para los ingenieros; a los economistas, a los abogados, a todos nos están obligando a ser súper héroes porque debemos tener una visión mucho más amplia de lo que nos está exigiendo la sociedad hoy en día. Y retomo las vivencias de Kai-Fu Lee, quien padeció un cáncer grave del que salió con vida para poder entender, que él como un ser humano no era un algoritmo, que su vida no era modificar patrones mediante algoritmos, sino que su vida, sí a través de algoritmos, estaba dedicada a poder mejorar la sociedad para todos y eso es el reto grande que implica ese cambio de capacidades.

### **Oswaldo Castillo N.**

Cada vez más vamos a tener procesos autónomos que van a requerir del humano detrás para que todo esto funcione de manera adecuada. Ya no vamos a contar con unos profesionales que realicen tareas o procedimientos manuales, pero lo que sí tienen que hacer es supervisar estas automatizaciones que empiezan a darse gracias a la inteligencia artificial.

Así mismo, hay que contemplar la seguridad y la ciberseguridad, aspectos que deben mejorar para que la gente adquiera mayor confianza, no pierda la que ya tiene, sobre todo frente a lo que empezará a verse gracias a la toma de decisiones particulares, a la inteligencia artificial, la robótica y la industrialización.

### **Luis Alberto González A.**

Escenarios como el Foro Económico Mundial presentan análisis muy interesantes sobre los trabajos del futuro, con una mirada que incluye el efecto pandemia, de lo cual se puede concluir que simplemente aceleró lo que se venía en las nuevas habilidades que requerirán los actuales y futuros profesionales. En este sentido, las habilidades de liderazgo ocupan un espacio fundamental, que a la vez deben estar alineadas con las habilidades disciplinares.

En países como el nuestro hace que surjan nuevos retos, que deben asumirse en un muy corto plazo para lograr ser competitivos, porque el mundo lo exige así cada vez más.

### **Rafael García G.**

El científico de datos no existía hace cinco años; no existía el profesional en ciencia de datos. En Colombia existen dos o tres programas. Lo que estamos haciendo hoy es un acto de fe porque estamos pensando en formar a profesionales hoy para que cuando se gra-

dúen ejerzan trabajos que hoy todavía no existen y van a usar tecnologías que todavía no han sido inventadas, para solucionar problemas que hoy todavía no sabemos que son problemas.

De manera que la incertidumbre es grande para enfrentar un futuro incierto.

### **Jeimy J. Cano M.**

Con ocasión de las reflexiones sobre las competencias y capacidades podemos sintetizar algunas ideas presentadas por los participantes:

- Se entiende una capacidad como un patrón de aprendizaje, que nos permite movernos en los inciertos, mientras las competencias son actuaciones más estandarizadas para resolver problemas y asegurar un mejoramiento continuo.
- Se requiere una mezcla de los dos conceptos en los profesionales de TI para que puedan aprovechar las oportunidades en un escenario asimétrico como el actual.

*¿Con la habilitación del trabajo remoto, que cambios y retos observan ustedes que se deben considerar en los profesionales de TI para aprovechar y potenciar esta nueva forma de trabajo?*

### **Ximena Duque A.**

Infortunadamente, en la mayoría de los casos no están cumpliendo

con las necesidades de la industria TI; es necesario hacer énfasis en nuevas tecnologías, pensamiento crítico, análisis de problemas complejos y ética, entre otros.

### **Abraham Martínez F.**

Esta pregunta es muy afín con nosotros, que vimos una explosión en las tecnologías de trabajo remoto particularmente en más de 25 millones de usuarios en Colombia, pues eso nunca lo hubiéramos visto si no fuese por la pandemia, y nos enseñó varias cosas.

Uno que necesitamos nuevas estrategias de aprendizaje; el aprendizaje y la forma en cómo aprendemos cambió radicalmente y eso tiene implicaciones desde *time management*, cómo se hace un manejo adecuado del tiempo, hasta implicaciones desde el punto de vista de liderazgo y recursos humanos. Eso lo vivimos nosotros con los más de 140.000 empleados que tenemos en el mundo; ese efecto en que la gente se sentía cansada, desgastada, agotada mentalmente. Las estrategias de aprendizaje, de balance de vida y trabajo muy atado a recursos humanos y liderazgo será fundamental a partir de ahora en los nuevos mecanismos de aprendizaje.

### **Bernardo Vargas G.**

Según Raquel Roca estamos en el momento de los nómadas del conocimiento, que permiten a quienes tienen habilidades técnicas moverse sin necesidad de estar en un

mismo lugar para hacer toda clase de trabajos y actividades, hecho que en términos de emprendimiento ofrece muchas posibilidades y flexibilidad.

En el grupo ISA nos inventamos un esquema que llamamos de mentoría inversa, en el que algunos líderes del grupo como yo, que no tengo 35 años, cuenta con un maestro de 35, un joven ingeniero que trabaja en el grupo y me ha servido muchísimo para que en este mundo conectado y virtual pueda interactuar con él para que me enseñe habilidades digitales, además de ayudarme a entender y a usar mejor las múltiples herramientas digitales de uso diario, en las que sin su ayuda yo no habría profundizado.

### **Oswaldo Castillo N.**

Lo ideal debería ser un híbrido entre la formación presencial y la formación no presencial, para que los profesionales puedan ejercer a distancia, de manera remota. El profesor transmite no sus conocimientos técnicos, sino quién es y eso continúa siendo necesario; el estudiante requiere ver al profesor no solo a través de una cámara, sino observar cómo se mueve, cómo se presenta ante un auditorio, cómo maneja un público, un problema, cómo realiza trabajo en equipo y todos esos aspectos hay que sentirlos. Me reafirmo en el hecho de que la formación presencial debe estar presente, quizás no durante toda la carrera, pero sí hasta cuando haya recibido esa esencia del profesor.

### **Luis Alberto González A.**

El trabajo remoto ya existía, de pronto la gran diferencia ha radicado en que no se realizaba de forma conjunta y era la excepción laboral, académica y de relacionamiento. La pandemia hizo que se descubrieran nuevas oportunidades de desempeño laboral. Desde hace ya varios años, en el ámbito laboral, las personas estaban conectadas al trabajo, independientemente del lugar en el que se encontraran.

Con esta aproximación, lo que quiero expresar es que la pandemia fue un facilitador para el desarrollo del trabajo remoto y es una transformación para las tecnologías de la información. Muchos temas dejaron de ser tabú y pasaron a ser del día a día. Seguramente cuando a nosotros nos invitan a una reunión, ya no preguntamos si es presencial o virtual, sino que automáticamente pide uno el enlace. Aprendimos que ya teníamos la tecnología y que solo era utilizarla.

Aprendimos a perderle el temor a las actividades remotas y logró que muchas personas que no eran cercanas a esta modalidad de relacionamiento académico, laboral, profesional, con esto lo lograran hacer y darse cuenta que podían potenciar su labor.

¿Cuáles son los retos? Uno fundamental es el aprendizaje autónomo para todos en nuestra actividad profesional, incluidos los estudiantes. De ahí surge un reto importan-

te, porque lo remoto se va a quedar, y es garantizar la calidad. Otro aspecto en este contexto es la seguridad y confiabilidad de la información, en el que seguramente las pequeñas y medianas organizaciones tienen mucho por hacer, para lograr que la seguridad sea cada vez mayor.

Así mismo, es necesario observar cómo vamos a balancear el trabajo remoto versus el uso adecuado de las redes sociales; cómo vamos a tomar decisiones en escenarios tensos, donde quizás la virtualidad no logra transmitir las emociones, lo cual puede afectar una toma de decisiones.

Y cierro diciendo que debemos pensar cómo salir de la zona de confort y de la situación personal. Me remito otra vez al ámbito académico, que es lo que conozco. Podemos estar felices en casa, porque no salimos, porque no hay trancos, pero, ¿eso es realmente lo que necesita la sociedad?, ¿eso es lo que realmente necesita la universidad?, ¿es la respuesta que necesita la sociedad para el futuro? Eso tenemos que balancearlo y salirnos del pensamiento personal para pensar en el desarrollo de mi trabajo, de mi universidad, mi empresa y del país.

### **Rafael García G.**

Hay otro asunto que surge de manera muy natural cuando se habla de lo remoto y es lo asíncrono, porque una cosa es que se haga re-

moto y lo hagamos todos en este mismo espacio, pero también lo veíamos haciendo desde antes y al respecto hemos hecho documentos muy importantes, en un trabajo colaborativo, en el que todos participamos al mismo tiempo y es asíncrono.

Hemos superado el tema de que la movilidad y la ubicuidad estaban mediadas por un avión, hoy hablamos de internacionalización, de un mundo globalizado. Durante este último año, quienes estamos en la Academia hemos asistido a muchos más eventos de lo acostumbrado en los últimos años y gratis.

En otras palabras, sin enfrentar otra cultura, sin conocer el mundo de verdad, todo a través de una relación virtual.

### **Jeimy J. Cano M.**

Con ocasión del reto del trabajo remoto podemos condensar las reflexiones alrededor de los siguientes elementos:

- Co-laborar, construir y sumar desde diferentes perspectivas de los participantes.
- Co-operar, establecer acuerdos alrededor de un propósito, para hacerlo realidad.
- Co-ordinar, determinar un orden de actuaciones alrededor del objetivo que se quiere alcanzar.
- Co-crear, motivar la creatividad para conectar y desconectar las ideas que se han puesto sobre la mesa.

- Co-municar, conectar y transmitir un mensaje, y darle sentido al hecho de encontrarse con el otro.

### Jorge Camargo M.



*¿Los programas de ingeniería de sistemas y afines actuales, responden a los retos y condiciones de cambios acelerados por cuenta de una sociedad cada vez más digital y tecnológicamente modificada, deberían actualizarse con enfoques más trasversales, más especializados o más interdisciplinarios, con prospectiva al 2030?*

### Abraham Martínez F.

Definitivamente la Academia tiene que evolucionar a la misma velocidad o más rápido que la situación que vivimos en términos de nuevos mecanismos de aprendizaje. A partir de ahora el mundo será un híbrido que contempla además otras estrategias, nuevas estructuras in-

terdisciplinarias que deben ser fortalecidas; inclusive con relación al currículo existen muchas oportunidades de crecimiento.

### Bernardo Vargas G.

Esta pregunta para mí es la más difícil, porque no estoy en el mundo académico, ni soy ingeniero de Sistemas, ni jamás he pasado por una facultad de Sistemas. Lo que puedo decir es que como presidente de un grupo grande necesito analítica, ciberseguridad, inteligencia artificial, gente que piense en computación cuántica, que sepa soñar sobre estos temas de la ingeniería, a quienes no les quede grande pensar por fuera de la caja y no tengan temor a desaprender. En las empresas necesitamos personas que sueñen en un empeño común por construir sociedad. Y esta construcción no se puede dar desde la virtualidad, lo cual nos reta en la realidad actual. Algunos no estarán de acuerdo, pero para alguien con mi estilo de liderazgo, para lograr cambios de fondo se requiere mirarnos a la cara, mirar el lenguaje corporal.

### Oswaldo Castillo N.

A las necesidades aquí planteadas puedo afirmar que en Redis tenemos todo lo que se requiere y lo que se va a necesitar en los años cercanos. Con los programas existentes en Ingeniería de Sistemas hacemos todo lo que el sector productivo requiere en habilidades y en formación técnica. Somos los que más rápido estamos evolucionando.

nando y los que nos exigimos estar actualizando nuestros planes de estudio. El conjunto de universidades lo hace.

### **Luis Alberto González A.**

La respuesta es corta: sí. ¿Cómo se hace? Existe un punto de partida, el compromiso de los profesores, que debe ser permanente. Para formar un buen profesional de Ingeniería de Sistemas se debe partir de este compromiso, porque son ellos quienes preparan a los estudiantes para entender ese entorno digital y social al que se van a enfrentar en un futuro cada vez más incierto. Tenemos que tener una construcción colectiva de conocimiento en el cual la base debe ser muy fuerte.

Los programas de Ingeniería de Sistemas deben tener una fuerte formación disciplinar, mirando y trabajando con el sector productivo, para generar el factor diferenciador en los futuros profesionales que los volverá competitivos.

Sumado a lo anterior, las carreras deben ser más transversales, con fuertes conceptos básicos para facilitar esa especialización y la ultra especialización que se va a requerir, además de trabajar en forma interdisciplinaria. Adicionalmente, la participación del sector productivo debe ser real en las universidades, y eso no es tan fácil de lograr; si existe ese equilibrio que en algunas instituciones ocurre, pero infortunadamente no a nivel de

país, podemos hablar de que podemos lograr el desarrollo esperado y tener la Ingeniería de Sistemas que requiere el país.

### **Jorge Camargo M.**

*Con una tendencia de contratación cada vez menos exigente en la formación de pregrado para el ingreso en la vida laboral en temas de TI y en otros, y más enfocada en el saber hacer, en el saber ser ¿qué retos y oportunidades se ven en esta dinámica empresarial frente a las apuestas de formación educativas actuales?*

### **Bernardo Vargas G.**

No estoy tan seguro de que las tendencias de contratación sean menos exigentes. Eso es un juicio en la formulación de esta pregunta con el que yo no estaría tan de acuerdo. Voy a referirme a dos aspectos.

Doy mucha importancia a los docentes porque en ellos reside la calidad de educación de nuestros jóvenes. Y permítanme hacer la siguiente comparación: cuando era pequeño a mis profesores del colegio los llamábamos maestros y maestras y, a medida que empecé a crecer, se volvieron profesores y profesoras. Y hoy mirando para atrás, aunque les agradezco, en la universidad me hicieron falta más maestros que solo profesores, porque los maestros eran personas que me enseñaban sobre la vida, que me dieron características humanas únicas que me sirvieron para el resto de la vida.

Creo mucho en la docencia y en que los docentes tienen una responsabilidad gigantesca para actuar no sólo como transmisores de conocimiento, sino como puntos de referencia en esa tarea tan dura y tan difícil, en especial para los jóvenes que aún carecen de experiencia para apostarle a la contribución a la sociedad.

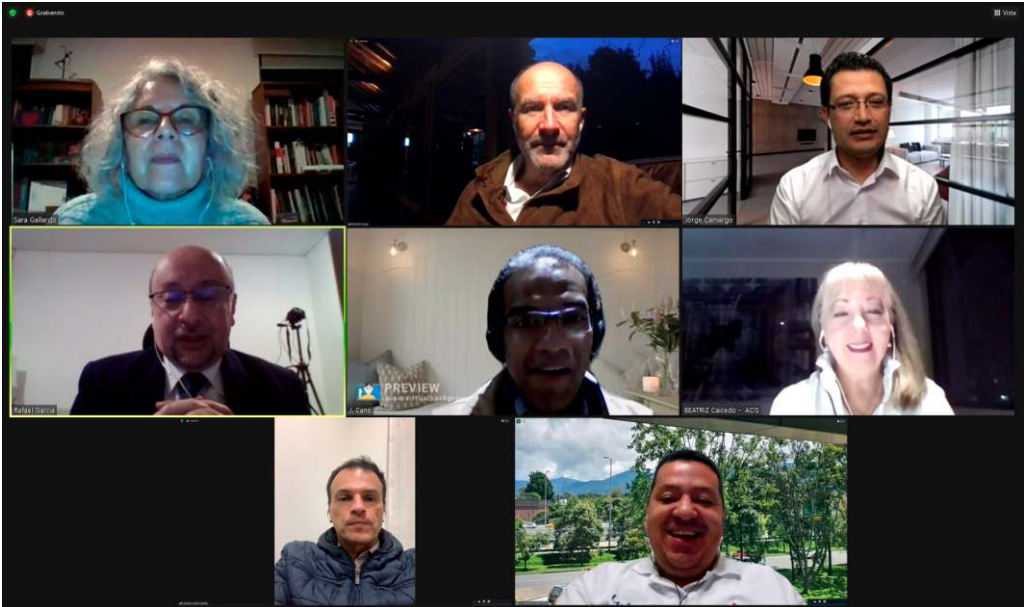
Los *rol models* están faltando en todas partes, en la política, en la economía y hasta en la Academia. Con frecuencia dicto charlas a estudiantes y a la pregunta sobre quiénes son sus modelos a seguir es trágica su respuesta, porque hay muy pocos modelos que ellos quisieran seguir. Lo que nos lleva a afirmar que necesitamos más maestros para construir una mejor sociedad, en una unión de aspectos técnicos, pero sin olvidar la parte humana.

### Oswaldo Castillo N.

Seguramente las empresas van a ser menos temerosas del diploma universitario, y querrán profesionales sólidos técnicamente. Debemos seguir trabajando con énfasis en que un estudiante que, por ejemplo, llegue hasta sexto semestre, pueda rendir profesionalmente con las competencias que tenga hasta ese momento. Es necesario fortalecer esos módulos para que no sea tan necesario llegar al final y obtener el diploma, aunque por supuesto lo ideal es que la formación sea completa.

### Luis Alberto González A.

El desarrollo de las grandes empresas ha estado ligado a contar con talento profesional, muchos con doctorados, hasta con posdoctorados que han ayudado al crecimiento, junto a las actividades que no requieren o no van a requerir la



parte profesional. Es una combinación entre las dos formaciones, una con los más altos estándares académicos que darán la continuidad, junto al desarrollo del día a día que requerirá una combinación de talentos formados académicamente y otros que quizás no.

La confusión en parte se puede dar, porque en contextos como el nuestro, hay organizaciones en las que algunas actividades no necesitan formación profesional universitaria, terminan contratando profesionales, posiblemente sobrecalificados, lo cual hace que frustre al que está en ese trabajo y no deje entrar a la persona que realmente se necesita.

En Colombia hay empresas que dejaron de ser desarrolladoras de conocimiento y se dedicaron netamente a operar, para lo cual posiblemente no necesitarán doctores.

Aquí lo que se debe generar es la transformación en las compañías y en el Estado colombiano para generar conocimiento y éste únicamente se va a generar con profesionales. La Asociación Americana de Ingeniería Mecánica (ASME), por sus siglas en inglés, lo puede resumir bien: ... puedes entrenar una computadora para equilibrar filas, números; inteligencia artificial para hacer proyecciones estadísticas, pero todavía no puedes entrenar una computadora, de pronto en el futuro sí, para determinar cómo o por qué algo falló y luego re-

diseñarla para evitar el mismo problema en el futuro.

### **Jeimy J. Cano M.**

Algunas anotaciones sobre las respuestas de los participantes alrededor de los retos de formación de profesionales de TI:

- Es necesario repensar el concepto de currículo académico para que, al leerlo de la práctica empresarial, tenga sentido responder las preguntas y retos propios de la industria.
- Es clave tener la disposición para aprender, para explorar y navegar en contextos no conocidos donde muchas veces las cosas no salen como estaban previstas y habilitar espacios para responder al reto de ingeniería que se plantea.

### **Luis Alberto González A.**

Puede existir un caso de éxito de alguien que tiene la habilidad innata, así como el futbolista que tiene unas condiciones excepcionales, seguramente hay gente en el área de TI que no tuvo que pasar por una universidad y puede ser muy bueno, pero eso no es la regla, esa finalmente es una excepción y está muy clara. Las *fake news* también llegan al ámbito académico, las mentiras de eso, entonces no soy profesional, tengo mi curso de 40 horas y voy a hacer lo mismo que alguien que ha dedicado cuatro o cinco años de estudio, eso sabemos que no es cierto. Infortunadamente, opinar al respecto hace

creer que cualquier opinión es estar a la defensiva porque usted está defendiendo su sitio de trabajo, lo cual es falso. Usted está defendiendo es a la sociedad, para poder salir adelante, para poder tener desarrollo.

### **Ximena Duque A.**

La educación profesional es necesaria, la estructura mental que aporta la academia es fundamental

para el crecimiento de las empresas, para la creación de nuevos productos o servicios y en general para la innovación. Sin embargo, sería ideal tener programas que no superen los ocho semestres y que tengan una actualización en los currículos mínimo cada año. Es importante que los estudiantes aprendan por proyectos y que se familiaricen con metodologías ágiles. 🌐

**Sara Gallardo M.** Periodista comunicadora, universidad Jorge Tadeo Lozano. Ha sido directora de las revistas Uno y Cero, Gestión empresarial y Acuc Noticias. Editora de Aló Computadores del diario El Tiempo. Redactora en las revistas Cambio 16, Cambio y Clase Empresarial. Coautora del libro "Lo que cuesta el abuso del poder". Ha sido corresponsal de la revista Infochannel de México; de los diarios La Prensa de Panamá y La Prensa Gráfica de El Salvador y corresponsal de la revista IN de Lanchile e investigadora en publicaciones culturales. Se ha desempeñado también como gerente de Comunicaciones y Servicio al Comensal en Inmaculada Guadalupe y amigos en Cía. S.A. (Andrés Carne de Res) y editora de Alfaomega Colombiana S.A.; asesora en escritura y producción de libros; es editora de esta revista.

# Formación de profesionales

DOI: 10.29236/sistemas.n160a6

*Programas posgraduales en seguridad/ciberseguridad.*  
Repensando sus bases y alcance

## Resumen

En la actualidad la formación de profesionales en seguridad/ciberseguridad implica reconocer los desafíos de transformación, inestabilidad y de las tensiones que impone una sociedad cada vez más digital y tecnológicamente modificada. En este sentido es necesario revisar los enfoques de formación profesional, con el fin de analizar si los programas educativos ofrecen escenarios posibles de educación, más allá de los tradicionales estándares y buenas prácticas y, en su defecto, proponer alternativas temáticas y pedagógicas viables. En consecuencia, este documento plantea algunas ideas para renovar la formación posgradual en seguridad/ciberseguridad, teniendo en cuenta el enfoque de las asignaturas de sus programas académicos; ofrece cuatro escenarios en los que se pueden situar las ofertas curriculares actuales y futuras, como una forma de motivar reflexiones que saquen de la zona cómoda las propuestas educativas en etapa de diseño o actualización.

## Palabras clave

Ciberseguridad, formación, estándares, incertidumbre, educación

Jeimy J. Cano M.

Gabriela María Saucedo Meza.

## Introducción

Estudios internacionales recientes revelan una falta de profesionales en seguridad/ciberseguridad requeridos para cubrir la demanda generada por cuenta de una mayor superficie digital que se debe asegurar en los diferentes sectores de la dinámica actual de las naciones (Maurer et al., 2021; Payne et al., 2021). En este momento muchos de ellos tienen la oportunidad para encontrar nuevos horizontes o reinventar sus prácticas actuales con el fin de movilizarse y ubicarse en el sitio que mejor se ajuste a sus expectativas y retos.

De otra parte, los cambios acelerados en las tecnologías de información, las tecnologías emergentes y disruptivas, los nuevos comportamientos de las personas, las exigencias regulatorias, el incremento global de la radicalización política (nueva geopolítica), sumados al interés monetario (grupos organizados, mafia) entre otros aspectos (Briggs et al., 2020), demandan que la incorporación de esta nueva fuerza de trabajo especializada se encuentre a la altura de los desafíos y exigencias del mercado para responder a las organizaciones frente a los riesgos propios de un contexto más digital y tecnológicamente modificado.

Los interesados en acceder a la profesionalización de las áreas del saber mencionadas (seguridad/ciberseguridad) podrán encontrar opciones educativas especializa-

das, comúnmente a nivel posgradual con asignaturas o temarios que introducen al conocimiento general y detallado, en algunos casos, con base en contenidos y prácticas evaluativas asociadas con estándares y recomendaciones soportadas en hechos conocidos, desde una perspectiva de valoración retrospectiva y, en su mayoría, con un enfoque técnico (Mouheb et al., 2019).

Esta realidad de la formación en seguridad/ciberseguridad interroga a la academia sobre su capacidad para entregar nuevos profesionales en esta área del conocimiento cuya demanda viene en crecimiento hace un par de años, y cuyas respuestas esperadas se deben considerar desde escenarios inciertos y riesgos poco conocidos, pero no por ello inexistentes (Dragoni et al. 2021).

Con el fin de establecer propuestas que contribuyan a las necesidades profesionales requeridas, este artículo indaga en los detalles de la formación de este nuevo perfil profesional, concentrándose más en “cómo deben aprender”, que en “qué deben aprender”, enfatizando en “el qué y cómo deben pensar”, que en “qué y cómo deben responder”. Adicionalmente, busca profundizar en una propuesta sobre el desarrollo de capacidades necesarias para enfrentar las realidades inciertas, inestables e incrementalmente complejas en las que se verán expuestos, sin perjuicio de

los fundamentos o bases naturales propias de la disciplina de la seguridad de la información.

Así las cosas, se exploran algunas de las características más recurrentes de los programas educativos activos enfocados a las áreas del saber mencionadas, considerando aquellos que incorporan un currículo mediante el cual los estudiantes están en la capacidad de dar respuestas en un marco de trabajo conocido y validado en aspectos como valoración de riesgos cotidianos y estrategias alineadas con los estándares y prácticas internacionales (McDuffie & Piotrowski, 2014). Si bien los egresados de estos programas concluyen su formación con un conjunto de respuestas esperadas que los conecten con lo que demandan algunas empresas, tendrán retos importantes cuando la realidad los exponga a escenarios no convencionales.

Como aporte, se elaboran algunas propuestas de formación basadas en tres conceptos básicos de la seguridad/ciberseguridad: la inevitabilidad de la falla, la vulnerabilidad inherente y la incertidumbre. Además, la necesidad de integrar dichos conceptos con un pensamiento sistémico, de tal forma que el estudiante pueda ir desarrollando su capacidad para reconocer los sesgos permanentes a los que está expuesto en su ejercicio profesional, teniendo en cuenta que, dados los riesgos latentes y emergentes,

los planes de seguridad y control podrían no ejecutarse de acuerdo como está previsto. Esta contribución incluye una formación que ofrece una ventana de aprendizaje permanente orientada a ver puntos ciegos en los modelos de seguridad y control vigentes en las organizaciones; busca habilitar a un profesional formado en estos fundamentos para mantenerse en movimiento, a pesar de los desafíos que le impongan los eventos adversos.

En resumen, este texto propone una reflexión crítica y práctica sobre la formación de los profesionales de seguridad/ciberseguridad, como una apuesta para el futuro inmediato y un insumo para aquellos que quieran diseñar programas de formación en esta área que respondan a los interrogantes conocidos y emergentes de la dinámica nacional e internacional, en vista de que las tecnologías disruptivas se han vuelto de lectura cotidiana, y la convergencia tecnológica en el normal de las estrategias de negocios y desarrollos sociales y humanos.

### **Formación posgradual en seguridad/ciberseguridad. Perspectiva actual**

Cuando se revisa un conjunto base de los programas nacionales e internacionales de formación posgradual en seguridad/ciberseguridad, se identifica un ciclo básico de asignaturas en que se le da forma a la práctica y al pensamiento de los futuros profesionales de esta área.

Entre las materias que se desarrollan están: (Hajny et al., 2021)

- Fundamentos de seguridad/ciberseguridad (*como nivelación de saberes previos*)
- Estándares y buenas prácticas de seguridad/ciberseguridad
- Seguridad en redes
- Criptografía
- Gestión de riesgos cibernéticos/seguridad

En cada una de estas asignaturas se parte de un fundamento conceptual de saberes que definen la práctica general en la disciplina de la seguridad. Una práctica que contiene listados de acciones concretas, probadas y muchas de ellas validadas formalmente en un marco de acción confiable que se puede usar y recomendar frente a situaciones conocidas que las organizaciones y las personas enfrentan en la actualidad y posiblemente en el futuro.

El *reto de estas asignaturas* es orientar acerca de cómo gestionar el riesgo digital de las personas y organizaciones. En este ejercicio, cada una de las acciones detalladas en los contenidos programáticos le ofrecen al estudiante múltiples escenarios de certezas y recetas de acción que tendrán los efectos deseados y, por tanto, posibles respuestas a las inquietudes de sus futuros empleadores que demandan una disminución sustancial de escenarios inciertos en lo que a la seguridad de la informa-

ción se refiere (Payne et al., 2021). En otras palabras, al contar con un personal especializado, un ejecutivo puede estar tranquilo porque hay alguien que le ayudará a entender mejor la posible brecha de seguridad que puede existir en una situación particular.

Por lo general, la *enseñanza de estos cursos* está asistida en el uso de casos aplicados a empresas, en los que los diferentes participantes reconocen una situación específica de algo que ocurre en la dinámica de su organización. La finalidad es que el estudiante pueda identificar dentro de la “caja de herramientas” que se facilita para cada caso, alguna(s) estrategia(s) relevante(s) ya sea para cerrar la brecha identificada en su organización o para mejorar el desempeño actual de los controles implementados. En relación con la evaluación contempla alternativas y opciones que posiblemente han tomado en situaciones similares en su práctica profesional (Dark & Mirkovic, 2015).

Las *reflexiones que se plantean* en el desarrollo de estas asignaturas generalmente se realizan desde un ejercicio de causa y efecto. Esto es, se identifican las posibles situaciones de riesgos conocidos, se analizan las medidas actualmente instaladas y en operación, para luego emitir la recomendación para evitar que el efecto no deseado se materialice (Cano, 2015). Como resultado de esta reflexión se suele presentar como fuente de error a las

personas, quienes con frecuencia ejecutan las acciones de control y, en consecuencia, se motiva la implementación de contramedidas que tiendan a ser automáticas y con reportes en línea de las acciones que deben tomar.

Revisado lo anterior, y teniendo en cuenta que estas asignaturas (y otras más que no se han mencionado) son necesarias y claves en las actuales ofertas curriculares, conviene que sus contenidos sean revisados, pues sus fundamentos posiblemente fueron concebidos en momentos y tiempos diferentes a los actuales, y por lo tanto, resulta necesario interrogarlos y buscar puntos ciegos de las prácticas que definen, no sólo como un ejercicio de crítica constructiva, sino como una oportunidad para enriquecer y abrir nuevas perspectivas de actualización en las que se considere que las organizaciones se encuentran bajo situaciones de inestabilidad e incierto (Colom, 2002).

Así mismo es pertinente que los criterios y métricas de evaluación, así como el énfasis de las reflexiones puedan ser revisadas dado que, si bien dotan al futuro profesional de capacidades necesarias para dar respuestas frente a la materialización de escenarios previstos, deben también prepararse para aquellos no concebidos o frente a una cultura de seguridad corporativa no implementada en una organización (Kam & Katerattanakul, 2014).

### **Formación retadora en seguridad/ciberseguridad. Una nueva perspectiva.**

Cambiar la perspectiva de la formación de los profesionales en esta área implica, en primer lugar, reconocer los logros y éxitos del modelo tradicional en la generación de la mano de obra disponible a la fecha y, en segundo lugar, identificar perspectivas distintas encaminadas a abrir espacios de construcción de saberes y ventanas de aprendizajes y desaprendizajes que habiliten la transición de un estudiante contenedor de conocimiento, a uno habilitador de capacidades personales y organizacionales (Medina, 2010). En complemento de lo anterior, es recomendable que los responsables del diseño de ofertas académicas tengan presente los cambios, desafíos y escenarios presentados previamente, en especial aquellos derivados de un mundo cada vez más digital y tecnológicamente modificado.

Para dar respuesta a los escenarios emergentes en torno a la seguridad/ciberseguridad, se propone un nuevo conjunto de asignaturas retadoras, que deberían incorporar temáticas relacionadas con:

- Gestión de riesgos latentes y emergentes en seguridad/ciberseguridad
- Deconstrucción de la seguridad/ciberseguridad
- Desinstalando los estándares y buenas prácticas de seguridad/ciberseguridad (Saydjari, 2018)

- Inseguridad en la cuarta revolución industrial (Nube, internet de las cosas, realidad aumentada, inteligencia artificial, cadena de bloques)
- Criptoviología (Young & Yung, 2004)

En cada una de estas posibles nuevas asignaturas resulta oportuno partir del saber previo del estudiante para plantear aquellas preguntas que aún no tienen respuesta en su práctica cotidiana, con el fin de darle sentido práctico y conceptual al reto de la protección de la información ajustado con la realidad (Daimi & Francia III, 2020). En este contexto, las preguntas le dan forma al conjunto de casos pertinentes que tanto las personas como las empresas tienen, para desde allí, observar las buenas prácticas y estándares disponibles. Adicionalmente se proponen tres recomendaciones para esta nueva perspectiva curricular:

- Que la búsqueda de respuestas y reflexiones se realice en doble vía: considerando, tanto la perspectiva de un analista tradicional, como la visión de un atacante, para que sea posible desarrollar las estrategias que mejor se ajusten al reto por resolver.
- Que se enseñe a reconocer la inevitabilidad de la falla como fundamento de las acciones en seguridad, para hacer más resistentes los modelos de protección y control.
- Que se reconozca el “error” como una oportunidad natural de

aprendizaje, con el fin aprender más rápido del entorno y del adversario.

*El reto de estas asignaturas* no es solamente orientar en cómo gestionar el riesgo digital de las personas y organizaciones, sino comprender la dinámica misma de las relaciones entre estas, que configuran la situación adversa. En este ejercicio, se modela el contexto de la situación y cómo desde diferentes ángulos es posible encontrar acciones contrarias que le permitan al estudiante contemplar múltiples escenarios de inciertos e inestabilidades para los cuales deberá prepararse y, en consecuencia, reconocer las capacidades que se deben desplegar para que las empresas sean más resistentes ante los efectos ocasionados por la materialización de los escenarios comentados (Cano, 2015). Dicho de otra forma, la formación de este nuevo profesional especializado lo habilita tanto para la generación de simulaciones y escenarios inesperados, incorporando de manera sistemática, a los ejecutivos en una práctica de seguridad distinta, como para la creación de estrategias encaminadas al desarrollo de una mejor consciencia situacional que defina los umbrales de operación cuando las cosas no salen como estaban previstas (Angafor et al., 2020).

*La enseñanza de estos cursos* se propone que esté asistida por el desarrollo de escenarios prospectivos

y simulaciones que respondan a riesgos latentes y emergentes, con el fin de identificar, actualizar y reinventar la “caja de herramientas disponible”, no para cerrar la brecha conocida, sino para defender y anticipar las acciones de los adversarios que usualmente están fuera de los radares de los estándares y generan inquietudes en los saberes previos de los profesionales; una práctica que motiva la búsqueda de respuestas distintas en lugar de repetir aquellas conocidas (Angafor et al., 2020). En relación con la valoración de conocimientos se plantea que los trabajos se evalúen frente a propuestas no convencionales para situaciones no conocidas, con propuestas de “libros jugadas”<sup>1</sup> alternativos, acciones y tecnologías que traten de sorprender al atacante en su propio terreno.

Las *reflexiones que se plantean* en el desarrollo de estas asignaturas se propone que estén basadas en una perspectiva sistémica, es decir en relaciones y reconocimiento del contexto. En este ejercicio se identifican las posibles situaciones de riesgos latentes y emergentes tanto desde la perspectiva del profesional de seguridad o analista, como desde la del adversario, para reconocer las diferentes formas en las que pueden fallar los controles y

crear las zonas de operación confiables, que definan los umbrales de operación permitidos y los límites de sus actuaciones (Cano, 2015). Esto es, el estudiante debe reconocer que las personas que aplican y ejecutan los controles son parte natural del proceso y, por lo tanto, las propuestas que realice deberán incluir sus perspectivas y visiones, como parte fundamental de la capacidad de resistencia del sistema que se quiere asegurar y mantener.

Si bien estas asignaturas pueden ser disonantes frente al conjunto tradicional disponible y conocido, deben ser ocasión para cambiar el discurso y la manera como se construye el nuevo saber en seguridad/ciberseguridad. La propuesta es una estructura conceptual que interroga todo el tiempo el saber previo del participante e incorpora el concepto de incertidumbre como elemento fundamental de su formación y, por lo tanto, motiva la creación de una zona psicológicamente segura (Edmondson, 2018) en la que profesor y estudiante construyen y actualizan las fuentes de un conocimiento parcial a realidades situadas y de interés de cada individuo, que reconoce la inestabilidad de las respuestas y soluciones alcanzadas en cada momento del curso.

## Escenarios de formación en seguridad/ciberseguridad

Con el contraste de estas dos perspectivas de la formación posgra-

---

1 Un “libro de jugadas” o playbook es una respuesta ordenada y coordinada a escenarios latentes y conocidos que busca contestar al menos a cinco interrogantes: a) ¿Qué estamos tratando de proteger?, b) ¿Cuáles son las amenazas claves?, c) ¿Cómo las detectamos?, d) ¿Cómo respondemos? y e) ¿cómo nos organizamos? (Basado en: Bollinger, J., Enright, B. & Valites, M. (2015). *Crafting the InfoSec Playbook*. Sebastopol, CA. USA: O’Reilly)

dual (una reactiva y otra proactiva) en seguridad/ciberseguridad se procede a esbozar cuatro escenarios de formación para los profesionales de esta área del conocimiento, reconociendo los retos que plantean las tendencias emergentes e inestabilidades globales de mediano y largo plazo. Para ello, se consideran dos ejes de acción: *el pensamiento* (adversario vs analista) y *la seguridad/ciberseguridad* (estándares vs capacidades).

El primer escenario (cuadrante I) para analizar nace de la dinámica actual de los programas basados en los *estándares* y mantener la perspectiva del *analista*. La formación de los profesionales en este cuadrante mantiene el *statu quo* de los programas actuales, continuando con la perspectiva de los docentes experimentados que sitúan a sus estudiantes en contextos semejantes a los que ellos han vivido

para darle forma a las respuestas esperadas desde la práctica de los estándares (Ackoff & Greenberg). El reto y la perspectiva que se fortalece en los egresados es la mitigación del riesgo, la inevitabilidad de la falla es un enemigo oculto y el adversario es fuente natural de incertidumbre.

El segundo escenario (cuadrante II) surge de la dinámica actual de los programas basados en los *estándares* y el deseo de incorporar la perspectiva de *adversario*. La formación de los profesionales en este cuadrante demanda el reto de desaprender, esto es, dejarse interrogar en sus saberes previos y reconocer la inestabilidad de todo lo que han aprendido (Medina, 2010).

Lo anterior implica, reconocer sus propios sesgos y lanzarse a retar los saberes estabilizados y probados de los estándares y buenas

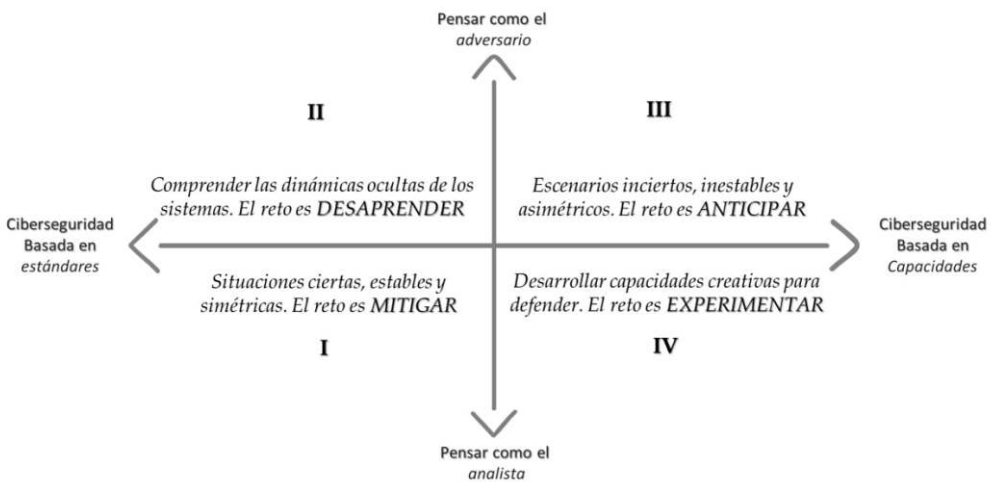


Figura 1. Escenarios de formación en seguridad/ciberseguridad (Elaboración propia)

prácticas. La invitación de los profesores es a superar los propios sesgos y las respuestas estandarizadas para actualizar las prácticas vigentes. La fuerza de los programas estará en habilitar una lectura más sistémica de la realidad para comprender la dinámica oculta de su contexto.

El tercer escenario (cuadrante III) surge de la incorporación de programas basados en *capacidades* y el deseo de fusionar la perspectiva de *adversario*. Las iniciativas académicas que se organicen en este cuadrante tienen como fundamento la pedagogía del error (De la Torre, 2004) y la incertidumbre. Los estudiantes estarán expuestos a situaciones inciertas de forma permanente, para lo cual las simulaciones y los escenarios serán la fuente natural de conocimientos y retos para continuar con una espiral de aprendizaje/desaprendizaje ascendente que lleve a cada uno de los participantes a sentirse cómodo con los inciertos, lo que le dará mayores capacidades (patrones de aprendizaje) para desarrollar propuestas que sorprendan al adversario en su propio terreno (anticipar), esto es, aumentar la incertidumbre en su modelo de riesgos. Los profesores en este escenario sugieren alternativas y opciones adicionales que retan los saberes adquiridos, y no respuestas, y así mismo, mantienen un marco de actuación ético y transparente necesario para delinear las acciones de sus estudiantes.

El cuarto escenario (cuadrante IV) surge de la incorporación de programas basados en *capacidades* y mantener la perspectiva del *analista*. En este cuadrante las iniciativas académicas buscan promover la creatividad utilizando la información y datos disponibles con el fin de experimentar e identificar patrones de comportamiento que lleven a los estudiantes a desarrollar habilidades analíticas, que cambien la forma del tratamiento de los riesgos identificados hasta el momento. Lo anterior implica crear zonas de aprendizaje permanente en las que estudiantes y profesores se dejen sorprender por las relaciones posibles que surjan y desde allí, crear conexiones inexistentes que preparen a las empresas para responder, casi en tiempo real, sobre situaciones inéditas que sólo se pueden ver en el tratamiento de los datos de formas distintas (Calvo, 2017). El profesor acompaña el ejercicio y sugiere alternativas para sacar de la zona cómoda al estudiante para luego lograr experimentos más novedosos y desafiantes.

Estos cuatro escenarios de formación dan cuenta de las posibles estrategias y casos evolutivos que pueden tener los programas de formación en seguridad/ciberseguridad. Cada institución de educación podrá revisar donde se ubican sus programas actuales para establecer su referente de formación base y desde allí plantear alternativas que le den mayor profundidad

o énfasis según su interés, bien en las capacidades o en el pensamiento del adversario. Los escenarios no buscan dar respuesta a las necesidades de formación de mediano y largo plazo en seguridad/ciberseguridad, sino plantear alternativas a la dinámica actual de estos programas como una invitación a superar la inercia de lo tradicional en la oferta e impulsar transformaciones en sus currículos.

### Reflexiones finales

Formar a los nuevos profesionales de seguridad/ciberseguridad para afrontar los retos más allá de los linderos de la próxima década debe generar espacios de reflexión y desafío en la comunidad académica, los proveedores, los profesionales en ejercicio y los gobiernos, con el fin de responder a la sociedad con la mano de obra y el personal idóneo que dé cuenta con la reinención permanente de la inevitabilidad de la falla y las enseñanzas inéditas de la inseguridad de la información. Recurrir al viejo paradigma de los saberes estandarizados y los problemas resueltos es limitar la capacidad de los analistas que se requieren para un entorno cada vez más volátil, incierto, complejo y ambiguo (Ackoff & Greenberg, 2008).

La formación en seguridad/ciberseguridad debe responder a un paradigma de la armonía de los contrarios; es decir, una vista sistémica y circular de la seguridad e inseguridad que de forma natural esta-

blezca espacios de ruptura para lo conocido, sugiera entornos psicológicamente seguros para aprender y reconozca los sesgos personales. Esto es, un lugar común en el que puedan convivir y nutrirse mutuamente las respuestas de los estándares básicos para los entornos ciertos y el desarrollo de capacidades nuevas (patrones de aprendizajes emergentes) que interroguen los logros previos y afinen cada vez más la sensibilidad frente a las inestabilidades del entorno (Cano, 2015).

De esta forma, no sólo se estarán capitalizando la fuerza y las bondades de las buenas prácticas, sino abriendo oportunidades para repensar, renovar o desinstalar cada una de ellas, con el fin de desconectarlas de las situaciones previas donde fueron creadas, enriquecerlas con las novedades y dinámicas del entorno, con una vista interdisciplinar para conectarlas e introducir nuevas distinciones que cambien la forma como se venía entendiendo la práctica misma de aseguramiento (Payne et al., 2021b). Lo anterior no significa desconocer el pasado del estándar o modelo revisado, sino entenderlo y ajustarlo a los retos actuales, donde se prueban, validan o actualizan sus propios supuestos.

Los cuatro escenarios propuestos para los programas de formación en seguridad/ciberseguridad establecen cuatro momentos y dinámicas para las iniciativas académicas

actuales y futuras. Es una forma de modelar la incertidumbre generadas por las exigencias de los cambios y dinámicas actuales con el fin de proponer un abanico de alternativas (muchas de ellas hoy sin escenario natural alguno) para darle sentido y orientación sobre “cómo deben aprender” y “qué y cómo deben pensar” los profesionales de seguridad/ciberseguridad. La intencionalidad de este ejercicio es invitar a los responsables del diseño de programas a reflexionar sobre los nuevos alcances de estos profesionales que exige una capacidad de pensamiento autónomo y respuesta ante escenarios inciertos (Dark, 2014).

El futuro no es un lugar cierto ni cómodo, por lo tanto, los profesionales de seguridad/ciberseguridad deberán estar preparados para actualizar sus mapas de navegación sobre un territorio en el que cualquier cosa puede pasar. Para ello, la academia debe superar sus propias maneras para formar profesionales, no sólo por el bien de la sociedad que demandará mayor capacidad de sus egresados, sino como una forma de reinventarse más allá de los modelos pedagógicos, los currículos, las didácticas y las estrategias de evaluación que responden a una educación escolarizada, y darle paso al “peregrinaje del educando” donde éste crea relaciones posibles, formula relaciones probables, diseña propuestas realizables y encuentra nuevos desafíos alcanzables (Calvo, 2017).

## Agradecimientos

Los autores extienden un especial agradecimiento al ingeniero Fernando Nikitin, *Principal Oversight, Audit and Compliance* en la Oficina del Auditor Ejecutivo del Banco Interamericano de Desarrollo, con sede en Washington, D.C., USA por los valiosos comentarios y aportes que permitieron afinar y detallar las reflexiones de este artículo.

## Referencias

- Ackoff, R. & Greenberg, D. (2008). *Turning learning right side up*. New Jersey, USA: Wharton School Publishing.
- Angafor, G., Yevseyeva, I. & He, Y. (2020). Game-based learning: A review of tabletop exercises for cybersecurity incident response training. *Security and Privacy*. 3:e126. 1-19. <https://doi.org/10.1002/spy2.126>
- Bollinger, J., Enright, B. & Valites, M. (2015). *Crafting the InfoSec Playbook*. Sebastopol, CA. USA: O'Reilly
- Briggs, B., Buchholz, S. & Sharma, S. K. (2020). Macro technology forces. A second look at the pillars of the past, current, and future innovation. *Deloitte Insights*. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2020/macro-technology-trends.html>
- Calvo, C. (2017). *ingenuos, ignorantes, inocentes. De la educación informal a la escuela autoorganizada*. La Serena, Chile: Editorial Universidad de la Serena.

- Cano, J. (2015). La educación en seguridad de la información. Reflexiones pedagógicas desde el pensamiento de sistemas. *3er Simposio Internacional en "Temas y problemas de Investigación en Educación: Complejidad y Escenarios para la Paz"*. [https://www.researchgate.net/publication/310844543\\_La\\_educacion\\_en\\_seguridad\\_de\\_la\\_informacion\\_Reflexion\\_pedagogicas\\_desde\\_el\\_pensamiento\\_de\\_sistemas](https://www.researchgate.net/publication/310844543_La_educacion_en_seguridad_de_la_informacion_Reflexion_pedagogicas_desde_el_pensamiento_de_sistemas)
- Colom, A. (2002). *La (de)construcción del conocimiento pedagógico. Nuevas perspectivas en teoría de la educación*. Barcelona, España: Paidós.
- Daimi, K. & Francia III, G. (eds) (2020). *Innovations in Cybersecurity Education*. Switzerland: Springer Nature.
- Dark, M. & Mirkovic, J. (2015). Evaluation Theory and Practice Applied to Cybersecurity Education. *IEEE Security and Privacy*. 75-80. Doi: 10.1109/MSP.2015.27
- Dark, M. (2014). Advancing Cybersecurity Education. *IEEE Security and Privacy*. 79-83. Doi: 10.1109/MSP.2014.108
- De la Torre, S. (2004). *Aprender de los errores. El tratamiento didáctico de los errores como estrategia de innovación*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Magisterio del Río de la Plata.
- Dragoni, N., Lafuente, A., Massacci, F. & Schlichtkrull, A. (2021). Are We Preparing Students to Build Security In? A Survey of European Cybersecurity in Higher Education Programs. *IEEE Security & Privacy*. 81-88. Doi: 0.1109/MSEC.2020.3037446
- Edmondson, A. (2018). *The fearless organization. Creating psychological safety in the workplace for learning, innovation, and growth*. Hoboken, New Jersey. USA: John Wiley & Sons.
- Hajny, J., Ricci, S., Piesarskas, E., Levillain, O., Galletta, L. & De Nicola, R. (2021). Framework, Tools and Good Practices for Cybersecurity Curricula. *IEEE Access*. 9. 94723-94747. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3093952
- Kam, H. J., & Katerattanakul, P. (2014). Diversifying cybersecurity education: A non-technical approach to technical studies. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*. doi:10.1109/fie.2014.7044197.
- Maurer, C., Sumner, M., Mazzola, D., Pearlson, K. & Jacks, T. (2021). The Cybersecurity Skills Survey: Response to the 2020 SIM IT Trends Study. En *Proceedings of the 2021 on Computers and People Research Conference (SIGMIS-CPR'21)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 35–37. DOI: <https://doi.org/10.1145/3458026.3462153>
- McDuffie, E. L. & Piotrowski, V. P. (2014). The Future of Cybersecurity Education. *IEEE Computer*. 47(8). 67–69. Doi: 10.1109/MC.2014.224

- Medina, J. (2010). El desaprendizaje: Aproximación conceptual y notas para un método reflexivo de generación de saberes profesionales. En Armengol, C. & Gairín, J. (2010) *Estrategias de formación para el cambio organizacional*. Madrid, España: Wolters Kluwer.
- Mouheb, D., Abbas S. & Merabti M. (2019). Cybersecurity Curriculum Design: A Survey. En Pan Z., Cheok A., Müller W., Zhang M., El Rhalibi A. & Kifayat K. (eds) (2019) *Transactions on Edutainment XV*. Lecture Notes in Computer Science. 11345. 93-107. Springer, Berlin, Heidelberg.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-59351-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-662-59351-6_9)
- Payne, B., He, W., Wang, C., Wittkower, D. E. & Wu, H. (2021). Cybersecurity, Technology, and Society: Developing an Interdisciplinary, Open, General Education Cybersecurity Course" *Journal of Information Systems Education*. 32(2). 134-149.  
<https://aisel.aisnet.org/jise/vol32/iss2/6>
- Payne, B., Mayes, L., Paredes, T., Smith, E., Wu, H. & Xin, C. (2021b). Applying High Impact Practices in an Interdisciplinary Cybersecurity Program. *Journal of Cybersecurity Education, Research and Practice*, 2020(2).  
<https://digitalcommons.kennesaw.edu/jcerp/vol2020/iss2/4>
- Saydjari, O. (2018). *Engineering Trustworthy Systems: Get Cybersecurity Design Right the First Time*. New York, USA: McGraw Hill.
- Young, A. & Yung, M. (2004). *Malicious Cryptography: Exposing Cryptovirology*. Indianapolis, IN. USA: John Wiley & Son. 🌐

**Jeimy J. Cano M., Ph.D, CFE, CICA.** Ingeniero y Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidad de los Andes. Especialista en Derecho Disciplinario por la Universidad Externado de Colombia. Ph.D en Business Administration por Newport University, CA. USA. y Ph.D en Educación por la Universidad Santo Tomás. Profesional certificado como Certified Fraud Examiner (CFE), por la Association of Certified Fraud Examiners y Certified Internal Control Auditor (CICA) por The Institute of Internal Controls. Profesor Distinguido de la Facultad de Derecho, Universidad de los Andes. Es director de la Revista SISTEMAS de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas–ACIS–.

**Gabriela María Saucedo Meza, Ph.D, MDOH.** Licenciado en Sistemas Computacionales y Maestría en Desarrollo Organizacional y Humano por la Universidad del Valle de Atemajac, México. Doctora en Educación por la Universidad Santo Tomás, Colombia. Certificada en Consultoría General por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER), México. Cuenta con más de 28 años de experiencia en gestión educativa, docencia e investigación en seguridad de la información, auditoría de TI, liderazgo educativo, cambio y cultura organizacional. Actualmente es miembro del Grupo de Investigación en Organizaciones, Gestión Educativa y del Conocimiento (OGEC) de la Universidad Santo Tomás en Colombia.



## Conozca **Open LMS EDU** y expanda las ventajas del código abierto.

Aumente su prestigio institucional y su tasa de retención estudiantil al ofrecer una experiencia de aprendizaje en línea personalizada y que cumpla con las expectativas de sus profesores y estudiantes.

**APRENDA MÁS**

[www.openlms.net](http://www.openlms.net)



# 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 diseñó, 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.

# Reconoce a los miembros de tu organización con insignias digitales

Participa en esta sesión gratuita en donde aprenderás:

- Qué son las insignias digitales, quienes la otorgan, y cómo se pueden utilizar para reconocer y acreditar habilidades, logros, competencias, etc.
- Beneficios para las Instituciones Educativas, Organizaciones y sus miembros.
- Ejemplos y casos de éxito en Latinoamérica y el mundo.

## Sesión LIVE MIÉRCOLES

  11 am COL / MEX

 1 pm CHL





# **Transformando hoy. Reinventando el mañana.**

Comience la transformación digital con las tecnologías de nube de Amazon Web Services.

