

Desirable competencies in Information Systems Engineering graduates from the National University of Costa Rica, from the perspective of the employer

Sandra Cabrera Alzate, Gabriela Garita González, Johnny Villalobos Murillo,
Carmen Cordero Esquivel
Universidad Nacional
Escuela de Informática
Heredia, Costa Rica

{sandra.cabrera.alzate, gabriela.garita.gonzalez, johnny.villalobos.murillo, carmen.cordero.esquivel}@una.ac.cr

Abstract--The research identified the skills, abilities and knowledge that companies require from professionals graduated in Information Systems Engineering from the National University of Costa Rica. As a method, first, an exploratory analysis of the main international references was carried out to create the profile. Then, the desirable skills were obtained by employers in the public and private sectors, thanks to data analysis composed of three techniques: interview, survey and focus group. Among the topics in greatest demand are: cloud computing, project development, quality control, cyber security, business analysis, organizational process management, internet of things, architecture, big data, data analysis. The valuable implications of this study focus on the development of more skills, such as adaptability, self-learning, innovation, English language proficiency, effective communication, active listening, empathy, teamwork, customer service, leadership.

Keywords--skills, higher education, computing, abilities, skills.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge a partir de la actividad académica, creada para evaluar el plan de estudios de la carrera en Ingeniería en Sistemas de Información con grado de bachillerato y salida lateral de Diplomado en Programación de Aplicaciones Informáticas. Esta investigación se concentra en la validación de competencias identificadas en una actividad académica (2019 al 2021) [11], cuyo producto principal fue reconocer la primera versión de un marco de competencias para actualizar, en un futuro cercano, el perfil de salida del estudiantado que cursa los niveles de diplomado y de bachillerato. La investigación se realizó con la colaboración de una muestra de empleadores, a partir de los referentes internacionales. Se concluyó en el valor de competencias; asimismo, se identificaron otras habilidades y destrezas deseables.

La Escuela de Informática, creada en el año 1977, como parte de su compromiso permanente con la calidad académica, la mejora continua y, en aras de ofrecerle al país, profesionales calificados para enfrentar los desafíos actuales, consciente de la importancia de estrechar el vínculo con el sector productivo y escuchar sus necesidades, inició un proceso de actualización del plan de estudios de la carrera de Bachillerato en Ingeniería en Sistemas de Información. Dicho proceso correspondía en revisar las necesidades de los diferentes actores de los sectores productivos público y privado, y que facilitara la incorporación de los graduados de Ingeniería en Sistemas en el ámbito laboral. La carrera de Bachillerato en Ingeniería en Sistemas de Información logró su primera acreditación en el 2006 y ha logrado re acreditarse cada cuatro años. La última certificación culmina en el 2022.

La Escuela de Informática se ha caracterizado por mantener el vínculo con el sector productivo, a través de prácticas empresariales, educación continua, capacitaciones, ferias de empleo, charlas de actualización, visitas (giras) guiadas de estudiantes a empresas en algunos de los cursos [12]. Es primordial estrechar y mantener el vínculo academia-sector productivo, con el propósito de desarrollar actividades de mutuo beneficio.

En tanto que la articulación universidad-empresa facilita la preparación de profesionales innovadores, con las competencias y destrezas que demanda el entorno y las organizaciones para ser altamente competitivas [1]. Por ello, la percepción de algunos empleadores en esta primera fase de análisis permitió identificar, entre otras cosas, su punto de vista, disponibilidad e intención de ser actores que dinamicen este proceso de vinculación. Otros autores mencionan, en su estudio: Los egresados universitarios carecen de capacidades de gran utilidad en el mundo laboral como son la capacidad de trabajar en equipo y las dotes de

liderazgo; gran parte de los egresados apenas han tenido vinculación con la empresa y desconocen el funcionamiento y el día a día de la empresa por lo que se encuentran perdidos a la hora de enfrentarse al mercado laboral [3].

No obstante, los autores agregan que “Los estudiantes que participan de los programas de formación en alternancia como programa formativo paralelo universidad-empresa combinando teoría y práctica son más competitivos a la hora de acceder a un puesto de trabajo” [3].

Considerando la dinámica acelerada en el área de la informática y en pleno desarrollo de la industria 4.0, es fundamental que la Escuela de Informática identifique, permanentemente, las necesidades de formación del entorno. Y, de esta manera, actualice su oferta académica, además de desarrollar, en los graduados, las habilidades y destrezas que se necesitan para enfrentar los desafíos del contexto. Entonces, se analizan varias propuestas de innovación curricular, como la expuesta por el proyecto Tuning [13], [16]. con su propuesta de competencias generales y específicas, según el campo de la disciplina y perfil de salida deseado. Además, cumple con los lineamientos del Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana (MCESCA) y el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) [14] en cuanto al abordaje de los resultados de aprendizaje como elemento identificador de las cualificaciones centroamericanas.

Se continúa indicando que, en el caso particular de este informe, el acercamiento y la respuesta de los empleadores en general ha sido muy positiva, lo que ha permitido realizar este primer análisis como parte de la actividad de evaluación y rediseño del plan de estudios de la carrera.

II. MARCO DE REFERENCIA

La actualización permanente de la oferta académica de las universidades es necesaria, en respuesta a la demanda de profesionales competentes y actualizados para enfrentar los desafíos de la industria 4.0. Esto se aúna a la propuesta de la IEEE-CC2020 [15] y a la actualizada para perfiles de carreras de computación.

El acercamiento a los profesionales líderes de TI de los sectores público y privado ayuda a conocer las competencias laborales necesarias que permitirán mejorar el plan de estudios, así como la planeación estratégica en función de los compromisos de la Escuela de Informática con la sociedad. La relación de los actores: Estado, academia y sector productivo asegura el diseño que forma parte de la triple hélice, lo que favorece el desarrollo del país [12].

El conocimiento constituye el factor estratégico para el desarrollo de la sociedad. Por tanto, la universidad, en su función social, debe encargarse de proveerlo, pues la formación les permite a los individuos el refinamiento de sus capacidades (Márquez, Rubiano y Riaga, citado en [2]). La reconocida tercera misión de la universidad es nombrada con varias denominaciones: universidad de servicios, universidad empresarial o universidad emprendedora de acuerdo con Jurado, López, De Lucio y Henríquez, citado en [2]. Asimismo, [2] menciona otras actividades por considerar, ligadas al vínculo entre la universidad y la empresa, tales como generación de

parques tecnológicos, incubación de empresas, emprendimiento, transferencia de tecnología, investigación, educación dual, prácticas empresariales, educación continua, capacitaciones, asesorías, consultorías, patentes, ferias de empleo, charlas sobre temas actualizados, visitas guiadas de estudiantes a empresas.

Las competencias transversales (genéricas) [13], [16], [17] también conocidas como habilidades blandas o softskills y las competencias técnicas y técnicas del énfasis [15] o habilidades duras o hardskills son objeto de este análisis, para identificar, validar e incorporar, en función de la demanda de las diferentes organizaciones de los sectores público y privado.

Una *competencia* es el conjunto de habilidades, destrezas y actitudes, que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo y que capacitan para el desarrollo de una actividad profesional. Se clasifican en las siguientes categorías:

1. Genéricas o transversales (CG). Corresponde a las habilidades interpersonales, instrumentales, de comportamiento, las cuales se reconocen en la práctica integrada de actitudes, aptitudes, rasgos de personalidad, conocimientos y valores. [13], [16], [17].

2. Técnicas (CT). Esta categoría de competencias engloba los saberes y el conocimiento obtenido durante el proceso formativo e involucra los saberes disciplinarios y profesionales, por ello, son habilidades individuales y capacidades para realizar tareas particulares relacionadas con el trabajo. [15].

3. Técnicas de énfasis (CE). Esta categoría de competencias abarca los saberes disciplinarios y profesionales. Corresponden a los conocimientos técnicos propios del énfasis. [15]. El tema con las diferentes propuestas de competencias que más se alinean a los perfiles de carreras de computación se analizaron desde varias propuestas o referentes internacionales, a saber: la de ingenieros ABET [18], la propuesta del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) grado de Ingeniería Informática centradas en el estudiante [19], las propuestas para la educación superior de González y Wagenar [13] para América Latina, son una metodología que replantea las estructuras educativas, en las cuales define la educación basada en competencias genéricas y específicas para la formación de perfiles en los planes de estudio.

Desde la Association for Computing Machinery (ACM) y IEEE Computer Society, vinculados como ACM/IEEE/IEEE Computer Society [15] se plantea un modelo de competencias para los planes de estudio, como el de sistemas de información (ACM/ AIS MSIS, 2016). [15].

III METODOLOGÍA

El fundamento teórico es cualitativo y descriptivo [20]; además, el tipo de investigación, mixta. En una etapa, se aplicó un instrumento (encuesta en línea o física) a cuarenta y cinco (45) empleadores. En una segunda etapa, se realizó una entrevista, cara a cara, realizada a veintiún (21) empleadores (de la muestra de los 45). Finalmente, se realizó una tercera técnica para el contraste de los datos: el *focus group* realizado con doce (12) empleadores. En total, se tienen resultados de cincuenta y siete (57) empleadores.

Los resultados de estos instrumentos se obtuvieron con un análisis descriptivo. El análisis descriptivo corresponde al tipo de

investigación directa, puesto que implica contacto directo con los entrevistados y sus argumentos.

A. Procedimiento

El proceso inició en 2019 con la actualización y unificación de las bases de datos de empleadores (sectores público y privado). Posteriormente, se actualizó la base de datos, mediante llamadas y búsquedas web, para iniciar la validación de la lista de competencias identificadas producto de los talleres y la revisión de referentes internacionales, con la población de empleadores. Los datos para dicho proceso de unificación se tomaron de las siguientes fuentes:

- Directorio de la Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación (CAMTIC).
- Miembros de la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE).
- Bases de datos de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional, producto de la vinculación con empresas en el marco de la Feria Empleadores (Comisión de Vinculación), Práctica Profesional Supervisada.
- Base de Datos LINKED IN.

Se unificó y actualizó la base de datos, a partir de los registros señalados anteriormente para obtener un total de 145 contactos, de los cuales participaron en el proceso cincuenta y siete (57) empleadores. Cuarenta y cinco (45) contestaron la encuesta. Veintiuno (21) de ellos, además de contestar la encuesta, concedieron entrevista cara a cara. Doce (12) contestaron la encuesta y participaron del *focus group* realizado en las instalaciones de la Escuela de Informática.

1. Las entrevistas cara a cara se efectuaron con representantes del área de tecnologías de información de diferentes organizaciones de los sectores público y privado, ubicados en la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica en el segundo semestre del 2019.

2. La técnica *focus group* se realizó con representantes de doce (12) organizaciones el 22 de noviembre del año 2019. Fueron convocados y confirmados empleadores de los sectores público y privado; representantes del Colegio de Profesionales en Informática y Computación (CPIC); la Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación (CAMTIC), y la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE). De dichas organizaciones, asistieron las siguientes doce (12) representantes: BABEL, BRIDGESTONE, GTF, IBM, PALO ALTO NETWORKS, CCSS, Municipalidad de Heredia, MOPT, CPIC, COASIN.

3. El instrumento, diseñado por académicos de la Escuela de Informática y validado por algunos empleadores, se trabajó paralelamente con las entrevistas y fue diligenciado por los veintiún (21) empleadores visitados y, también, entrevistados en sus oficinas. Otros (9), de todos los que fueron contactados mediante correo electrónico, lo contestaron; y doce (12) empleadores, asimismo, colaboraron con el *focus group*. Dicho cuestionario se diseñó en Google Drive mediante preguntas cerradas y un solo campo con observaciones. El cuestionario permaneció abierto durante el segundo semestre, desde julio hasta diciembre del 2019.

En ambos casos, entrevistas cara a cara y *focus group*, además de llenar la encuesta, se les instó a iniciar un conversatorio para realizar aportes valiosos acerca de las necesidades de formación, áreas de conocimiento y conceptos

que demanda la dinámica actual. Durante las entrevistas y el *focus group*, a partir de la percepción, realidad y experiencia de los participantes y utilizando lo citado por Hernández, Fernández y Baptista [1], quienes señalan que “el enfoque cualitativo evalúa el desarrollo natural de los sucesos, es decir, no hay manipulación ni estimulación con respecto a la realidad”. Se identificaron algunas necesidades de formación, a saber: computación en la nube, desarrollo y gestión de proyectos ágiles, aseguramiento de la calidad, ciberseguridad, análisis de negocios, gestión de procesos organizacionales, inteligencia de negocios, integración, internet de las cosas, arquitectura, integración, kubernetes, *big data*, análisis de datos, DevOps, aseguramiento de la calidad QA, *testing*, análisis de datos, experiencia de usuario, hiperconvergencia, virtualización, *machine learning*, planeación estratégica, políticas de información, gestión de proyectos, IA, IoT, entre otros.

B. Objetivo general

Identificar las competencias deseables en los graduados del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, desde la perspectiva del empleador, y validar su importancia.

C. Objetivos específicos

1. Seleccionar un conjunto de instituciones públicas que requieren contratar o han contratado estudiantes graduados de Bachillerato en Ingeniería de Sistemas de Información.

2. Seleccionar un conjunto de instituciones privadas de servicio o de desarrollo de software que requieren contratar o han contratado estudiantes graduados de Bachillerato en Ingeniería de Sistemas de Información.

3. Confeccionar un instrumento de evaluación (cuestionario, entrevista y *focus group*), que permita determinar la pertinencia o suficiencia del perfil de nuestro graduado

4. Validar el grado de importancia con el cual, los empleadores seleccionados califican las veintitrés (23) competencias transversales y técnicas identificadas durante el análisis a la luz de los principales referentes internacionales.

5. Validar las principales necesidades de formación y desarrollo de competencias transversales y técnicas que demandan los empleadores de los profesionales graduados del área de TI.

6. Conocer algunas de las fortalezas que destacan los empleadores seleccionados, que han tenido a cargo personal de TI graduado del Bachillerato en Ingeniería en Sistemas de Información de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional.

7. Conocer otras competencias, habilidades y destrezas, que demandan las organizaciones de los sectores público y privado en TI.

D. Validez del instrumento

La consecución de los datos se logró mediante entrevistas cara a cara, *focus group* y cuestionario en línea. El instrumento fue validado por nueve (9) académicos con experiencia en investigación y por un grupo piloto de cinco (5) empleadores para asegurar que el cuestionario recolecta la información requerida para el estudio. Se trabajaron, al menos, cuatro (4)

versiones del instrumento hasta lograr la última de ellas, que contó con el aval de las autoridades de la Escuela de Informática.

Paralelamente al diseño del instrumento, se unificaron las bases de datos a partir de varias fuentes. La Escuela de Informática, los sitios web, los maps, las llamadas telefónicas para asegurar que las personas entrevistadas o las encuestadas tienen el perfil necesario para diligenciar, con criterio, conocimiento y experiencia, dicho instrumento; es decir, que fuesen directores o jefes de TI, a veces, acompañados de jefaturas de Recursos Humanos o encargados de Adquisición de Talento Humano.

El instrumento incluyó los siguientes apartados:

- Tipo de organización (público o privado).
- Tipo de uso de las TIC.
- Tamaño.
- Ubicación.
- Grado de importancia de las competencias transversales (genéricas) (CG) identificadas.
- Grado de importancia de las competencias técnicas (CT) identificadas.
- Grado de importancia de las competencias técnicas del énfasis (CE) identificadas.
- Fortalezas de los graduados del Bachillerato en Ingeniería en Sistemas de Información.
- Competencias técnicas y transversales o genéricas del plan de estudios actual en la categoría de otras competencias.

E. Población meta

Se seleccionó, para esta investigación, personas que fueran empleadoras de los sectores público y privado del país. Únicamente, de empresas y organizaciones, cuyo modelo de negocios sea desarrollar productos de tecnologías de información y comunicación (TIC); o proveedoras de servicios habilitados por tecnologías de información y comunicación; o proveedoras de servicios directos de TIC (comercialización, telecomunicaciones), manufactura de componentes digitales, y otros dispositivos, organizaciones gubernamentales, organizaciones autónomas que emplean las TIC, organización sin fines de lucro que utilizan TIC, así como empresas no dedicadas a las TIC, pero que demandan TI para la gestión de procesos.

La muestra se seleccionó a conveniencia, e incluyó contactar a sus respectivas jefaturas de TI. En la mayoría de ellas, laboran egresados de la Escuela de Informática. Además, organizaciones representativas de los sectores público y privado en los contextos nacional e internacional.

IV ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. Resultados obtenidos al aplicar encuestas

Esta sección se divide en cuatro resultados: el *primero* analiza el perfil de las empresas empleadoras, por ende, se detallan características, como el tipo de empresa, el tamaño y el sector al que pertenecen. El *segundo* esquematiza la importancia de las competencias (técnicas, técnicas del énfasis y las genéricas o transversales) del nuevo marco de competencias que son el objeto de estudio para, en un futuro cercano, actualizar el perfil de salida; en este resultado, se identifican, en orden de importancia, las percepciones de los empleadores por cada tipo

de competencia. Los resultados *tercero* y *cuarto* esquematizan las competencias técnicas y genéricas del plan de estudios actual, en la cual se constatará qué tan importantes son las competencias que forman el perfil actual de la carrera.

1) Perfil de las empresas

En la tabla 1, se esquematiza las características de las empresas del instrumento contestado para medir la importancia de las competencias. Todas las empresas encuestadas forman parte de la GAM donde, por estrategia, se han establecido zonas francas. Aquí se ubican las empresas tecnológicas [31]; además, se clasificaron las empresas en públicas, privadas, ONG y otras. Se recibió mayor respuesta del sector privado con un 65,90%. Como dato interesante, las empresas que formaron parte del sondeo, en su mayoría, ofrecen nuevos desarrollos de productos de *software* en un 56%; mientras tanto, 28% son empresas que se dedican a ventas de servicios TI, y en un pequeño grupo de 2.3%, la empresa realiza otras funciones tecnológicas. Se agrega que el tamaño de las empresas determinó su clasificación en mipymes, pymes, por lo que reúnen las características de una empresa de tamaño mediano y grande. Esta clasificación se determinó por la variabilidad de empleados contratados de cada una. Se destaca, además, que 61.4% de las respuestas provienen de empresas grandes, de más de 100 empleados.

Se constató que 59.1% ha contratado egresados de la Escuela de Informática. Este dato personaliza la validación de las competencias analizadas, pues se ofrecieron recomendaciones generales y específicas que brinden mejoras a mediano plazo al perfil actual de la carrera.

TABLA 1. ESQUEMATIZACIÓN DE INDICADORES DEL PERFIL DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS

	Ubicación geográfica	Sector	Actividad	No. Empleados	Empleados graduados UNA
Cartago	4,50%				
Heredia	29,50%				
San José	65%				
Público		29,50%			
Privado		65,90%			
ONG		2,30%			
Otro		2,30%			
Desarrollo de TI			56%		
Servicios de TI			28%		
OMN usa servicios de TI			16%		
Mipyme				6,8%	
Pyme				13,6%	
Mediana				18,2%	
Grande				61,4%	
Si					59.1%
No					40,90%

2. Importancia de las competencias desde la perspectiva de los empleadores

Competencias valoradas

Como se indicó antes, una competencia es el conjunto de habilidades, destrezas y actitudes, que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo y que capacitan para el desarrollo de una actividad profesional. Se clasifican en las siguientes categorías, desde la investigación [11]:

1. Genéricas o transversales (CG)
2. Técnicas (CT)
3. Técnicas de énfasis (CE)

Esta clasificación se detalla en la investigación de los académicos Garita, Villalobos, Cordero y Cabrera [11], en la cual se describe el proceso de selección del marco de las competencias validadas con los empleadores. Estas constituyen la primera versión para modernizar el plan de estudios actual, que a corto o mediano plazo puedan fortalecer el perfil de salida.

En las siguientes secciones del informe, se detalla el resultado en cada una de las categorías mencionadas.

Competencias genéricas o transversales

Esta categoría de competencias incorpora las habilidades interpersonales, instrumentales, de comportamiento, las cuales se reconocen en la práctica integrada de actitudes, aptitudes, rasgos de personalidad, conocimientos y valores requeridos por los profesionales graduados, las cuales se evidencian en los informes de Adeco [21], [22].

TABLA 2. COMPETENCIAS GENÉRICAS EVALUADAS POR LAS EMPRESAS EMPLEADORAS

COMPETENCIAS GENÉRICAS	Media baja		Media alta		Alta
	Baja	Media	Media	Alta	
CG4. Manifiesta su habilidad para trabajar en equipo	0,0%	2,3%	4,7%	23,3%	69,7%
CG5. Evidencia su aprendizaje autónomo, adaptándose a los nuevos escenarios	0,0%	0,0%	4,7%	30,2%	65,1%
CG6. Desarrolla una actitud proactiva frente al trabajo	0,0%	0,0%	4,7%	32,3%	63,0%
CG7. Demuestra capacidad de razonamiento	0,0%	0,0%	4,7%	32,3%	63,0%
CG3. Demuestra comunicación eficaz	0,0%	4,7%	4,7%	27,9%	62,7%
CG1. Ejecuta Iniciativas emprendedoras e innovadoras	0,0%	4,6%	14,0%	30,2%	51,2%
CG2. Domina al menos una lengua extranjera	4,7%	7,0%	7,0%	37,2%	48,8%
CG9. Comprende la sostenibilidad, la cultura, el compromiso social y ético	0,0%	0,0%	14,0%	44,0%	42,0%
CG8. Aplica metodologías de investigación en los contextos requeridos	0,0%	2,3%	21,0%	44,0%	32,7%

En la tabla 2, se identifican las nueve competencias genéricas o transversales valoradas para medir la importancia de cada una con respecto a la perspectiva del empleador.

Se destaca que la competencia que logró mayor puntaje es la “CG4. Trabajo en equipo”, la cual coincide plenamente con un estudio similar realizado por los autores Cabrera, López y Portillo [23] sobre las competencias requeridas de los graduados, desde la visión del empleador; y, además, concuerda con la investigación sobre la formación por competencias en la educación superior [24]. En Chile, España y México, en el segundo puesto, se ubica la competencia “CG5. Evidencia su aprendizaje autónomo”, adaptándose a los nuevos escenarios. Para este segundo lugar, se han evidenciado valiosas coincidencias sobre la importancia de un profesional en computación que logra adaptarse a los cambios de mercados económicos, modelos de negocios y variados escenarios culturales en su contexto [25].



Figura 1. Competencias genéricas evaluadas por las empresas empleadoras

Competencias técnicas en sistemas de información

Esta categoría de competencias técnicas se detalla en la tabla 3, la cual involucra los saberes y el conocimiento obtenido durante el proceso formativo, así como los saberes disciplinarios y profesionales. Por ello, son habilidades individuales y capacidades para realizar tareas particulares relacionadas con el trabajo aplicado a las funciones propias de los profesionales en computación. Según la propuesta de planes de estudio para la IEEE [15], las diferentes carreras deben tener competencias troncales que todo profesional debe conocer y aplicar, por eso, estas competencias y validación permite conocer la opinión del empleador y aplicar, a corto o a mediano plazo, las recomendaciones que se generaron de las técnicas aplicadas para el análisis de esta problemática. A continuación, se presenta el detalle de la calificación, en grado de importancia, que los empleadores participantes le otorgaron a cada una de ellas.

TABLA 3. COMPETENCIAS TÉCNICAS EVALUADAS POR LAS EMPRESAS EMPLEADORAS

COMPETENCIAS TÉCNICAS	Alta
CT2. Utilizar las teorías, principios, procedimientos, herramientas y metodologías para el desarrollo profesional de los sistemas y servicios informáticos en todos sus ámbitos (especificación, diseño, desarrollo, implementación, despliegue, implantación y evaluación de productos)	48,8%
CT4. Comprender procedimientos algorítmicos básicos, soluciones algorítmicas: corrección y solución para diseñar soluciones a problemas, con idoneidad y complejidad, utilizando tecnologías informáticas.	46,5%
CT5. Aplicar el paradigma y los lenguajes de programación en el análisis, el diseño y el mantenimiento de aplicaciones, para construir de forma segura y eficiente.	45,4%
CT1. Aplicar los conceptos fundamentales, principios y teorías relativas al computador, la programación y la informática para su interpretación, selección y usos en desarrollos tecnológicos a partir de los conceptos básicos de matemática discreta, lógica algorítmica y complejidad computacional	44,2%
CT8. Demostrar dominio en la planificación, control, ejecución de los proyectos, servicios y sistemas informáticos para liderar su puesta en marcha, la mejora continua valorando el impacto económico, social, ambiental y de reducción de riesgos.	39,5%
CT7. Evaluar plataformas de producción hardware y el software, aplicando métricas de calidad para la ejecución de las aplicaciones y servicios determinado factores como seguridad y fiabilidad.	37,2%
CT6. Comprender el funcionamiento interno de un computador, la estructura, los sistemas operativos y la arquitectura de las computadoras.	23,2%
CT3. Comprender el contexto organizativo, económico y legal para desarrollar su trabajo en las áreas funcionales de la organización.	18,6%

Para la competencia CT2, que obtuvo la más alta valoración, coincide con que carreras de computación utilizan teorías, procedimientos, herramientas y metodologías que guían el desarrollo de sistemas de información [15], [26]. Al aplicar estos elementos, una vez más, evidencia la necesidad de aplicar tecnologías desde ambientes estructurados, siguiendo principios claros de calidad, y en los cuales se han establecido los procesos para áreas de desarrollo y mantenimiento de sistemas de información en las organizaciones. El segundo puesto lo ocupa la competencia CT4 que involucra procedimientos algorítmicos aplicados a la solución de problemas y cómo la complejidad y la tecnología se unen para dar soluciones centradas cada vez más en el cliente. Esto concuerda con la variedad de investigaciones en el campo de la computación, en la evolución de las interfaces y en la capacidad de abstraer soluciones de los profesionales [15], [27]. La siguiente figura muestra, de forma gráfica, la valoración de importancia obtenida.

Competencias técnicas del énfasis en sistemas de información

Esta categoría de competencias involucra los saberes disciplinarios y profesionales que corresponden a los conocimientos técnicos propios del énfasis. El perfil actual de salida se establece en una carrera de computación con el énfasis en sistemas de información; por lo tanto, es de alto valor conocer cómo los graduados están ejerciendo su disciplina en la industria [11]; pero, no menos importante, conocer esa validación desde las empresas que los contrata. Al obtener esta información, se

puede pensar en un refinamiento y lograr mejoras significativas en el profesional que se desea tener y cómo se desenvuelve en el mercado. A continuación, se detallan las competencias técnicas del énfasis que se analizaron por grupo de empleadores.

TABLA 4. COMPETENCIAS TÉCNICAS DEL ÉNFASIS EVALUADAS POR LAS EMPRESAS EMPLEADORAS

COMPETENCIAS TÉCNICAS DEL ÉNFASIS	Baja	Media baja	Media	Media alta	Alta
CE5. Comprender los modelos de negocio para alinear los sistemas de información y comunicación, arquitectura e infraestructura con la estrategia organizacional, incluyendo gestión, control de riesgo. Liderando su puesta en marcha y la mejora continua.	0,0%	0,0%	18,6%	32,6%	48,80%
CE3. Demostrar dominio en la implementación de los sistemas de información y comunicación para la integración de la arquitectura empresarial, la administración de los datos, las aplicaciones de la organización apoyando la toma de decisiones, la normativa legal y la ética.	0%	2,3%	16,3%	39,5%	41,9%
CE1. Determinar los requerimientos para la construcción de sistemas de información y comunicación, su delimitación y documentación atendiendo aspectos de seguridad, cumplimiento normativo y legislativo de la organización y su entorno	0,0%	0,0%	18,6%	46,5%	34,9%
CE2. Construir interfaces hombre-máquina, ofreciendo una experiencia de calidad a los usuarios; tomando en cuenta las diferencias interculturales, inclusivas o necesidades particulares.	0,0%	4,7%	37,2%	30,2%	27,9%
CE4. Evaluar proyectos de sistemas de información, incluyendo el análisis de riesgos, estudios financieros, presupuesto, contratación y desarrollo; previendo los problemas de mantenimiento y de continuidad del negocio.	4,7%	4,7%	20,9%	44,2%	25,5%

Se evidencia, en el puntaje obtenido por la competencia CE5, que fue la mayor valorada, y cómo la comprensión de los modelos de negocio de las empresas deben ser entendidos y hasta dominados por profesionales de computación para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de información. [28], [29].

Sobre la siguiente competencia mejor valorada, la “CE3. Demostrar dominio en la implementación de sistemas de información...”, desde todas las áreas contempladas, es atinante con que el perfil de sistemas de información necesita de variadas metodologías para la planificación, el control y los seguimientos de proyectos TIC, y lo respalda la propuesta de la ACM-IS [30].

Otras competencias transversales o genéricas

El grupo entrevistado recomendó, además, otras competencias transversales o genéricas que, con base en su experiencia, puedan ser necesarias en los profesionales en computación e informática en el futuro mediano. También, encargan fortalecerlas, durante el proceso de formación, para mejorar el desempeño laboral de los graduados del Bachillerato en Ingeniería de Sistemas de la UNA.

Por lo tanto, en la tabla 5, se esquematizan las competencias que, aunque no forman parte del marco de competencias que incluyó el instrumento, les servirán a los académicos de la Escuela de Informática para su reflexión, investigación y análisis.

TABLA 5. OTRAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES O GENÉRICAS

OTROS CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y/O DESTREZAS GENÉRICAS	Media Baja		Media Alta		
	Baja	Media	Alta	Alta	Alta
b. Comunicación Oral y Escrita	0%	0%	6%	23%	71%
a. Dominio del Idioma Inglés	0%	0%	5%	27%	68%
c. Aprendizaje Autodidacta y Autonomía Intelectual	0%	9%	9%	19%	63%
e. Ética Social y Humana Profesional	2%	7%	14%	26%	51%
f. Sentido de pertenencia cultural y valores como equidad, tolerancia y respeto por las diferencias	2%	7%	12%	35%	44%
d. Investigación Científica en el Campo Informático	2%	14%	26%	21%	37%

Los empleadores fueron contundentes en valorar la comunicación oral y escrita, así como lo necesario del idioma inglés para la disciplina. En Costa Rica, hay un alto porcentaje de empresas privadas que contratan profesionales que dominen el idioma inglés, pues los clientes de sus empresas son extranjeros; por consiguiente, la comunicación oral y escrita es requerida para los procesos de contratación en la industria costarricense.

4. Otras competencias técnicas

Siguiendo la clasificación de esta investigación, se catalogaron otras competencias que los empleadores denotan importantes, cuando se analizaron los conocimientos y las habilidades técnicas de profesionales en computación. Por ende, la tabla 6 esquematiza competencias técnicas de la disciplina que permiten constatar los programas de asignaturas actuales y futuras de la Escuela de Informática.

TABLA 6. OTRAS COMPETENCIAS TÉCNICAS

OTRAS COMPETENCIAS TÉCNICAS	Alta
r. Machine Learning	55,00%
a. Lógica, desarrollo de algoritmos y programación	47,90%
e. Desarrollo de aplicaciones informáticas aplicando los métodos de prueba y estrategias de puesta en marcha, garantizando calidad	46,50%
d. Desarrollo de proyectos informáticos con soluciones de hardware, software, administración de la información y telecomunicaciones.	45,00%
f. Técnicas para determinar requerimientos necesarios para la construcción de Sistemas de Información	45,00%
q. Computación en la nube y virtualización	41%
l. Desarrollo de soluciones de negocio implantando e integrando hardware y software	39%
m. Diseño e implementación de bases de datos	39%
o. Gestión de proyectos de tecnologías digitales	39%
p. Diseño y ejecución de planes y casos de prueba	38,20%
c. Técnicas de modelado, análisis y especificación de los sistemas de información	37%
g. Construcción de interfaces hombre-máquina, aplicando principios de usabilidad, accesibilidad y seguridad en las aplicaciones de la organización	36%
n. Técnicas de gestión de calidad en los procesos de desarrollo y mantenimiento del software.	34%
j. Comprensión de los modelos de negocio para alinear los sistemas de información y comunicación, arquitectura e infraestructura con la estrategia organizacional	32,40%
s. Metodologías ágiles de desarrollo	29,50%
t. Construcción de modelos usando herramientas estadísticas para pronóstico y optimización	29,50%
h. Arquitectura tecnológica de hardware, software y comunicaciones para las soluciones de la organización.	25%
k. Sistemas de información empresariales ERP, CRM, SCM	23%
i. Contratación y adquisición de hardware o software	18%
b. Técnicas de optimización modelos matemáticos para el análisis del comportamiento de ciertos procesos estocásticos de servicio	9,10%

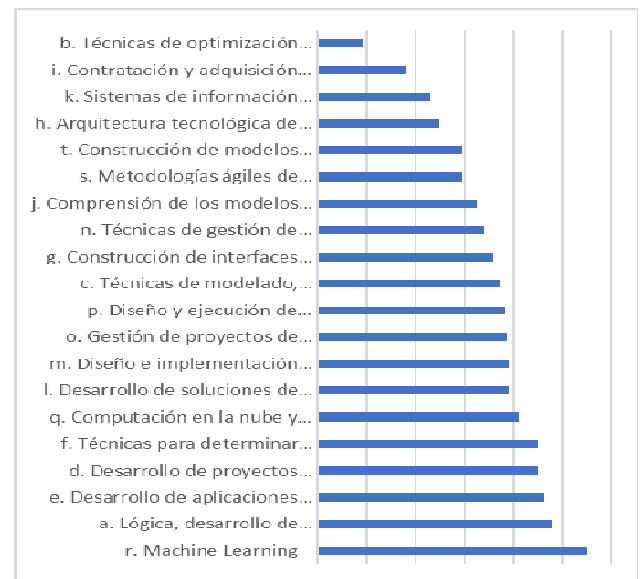


Figura 2. Competencias técnicas evaluadas por las empresas empleadoras

Si se analizan las tres competencias con mayor porcentaje, se identifica primero a la *Machine Learning* que pertenece a la rama de la inteligencia artificial. En segundo lugar, la lógica y el desarrollo de algoritmos y programación. En tercer lugar, el desarrollo de aplicaciones informáticas empleando los métodos de prueba y estrategias de puesta en marcha, para garantizar calidad. Estas competencias técnicas reafirman el pensamiento computacional y la necesidad de la calidad.

Lo dicho hasta aquí permitirá contrastes en los programas de asignaturas actuales y futuras. La detallada lista de competencias forma parte del plan de estudios actual de la carrera. Uno de los propósitos de las validaciones con el grupo empleador fue conocer cómo se sitúa la temática actual de la carrera y, además, constatar la importancia de las competencias que hoy forman parte del plan de estudios versus un nuevo marco de competencias y su validación. Paralelo a esta investigación, se procede a validaciones del marco con otros actores, como son los estudiantes, los egresados y los académicos. Esta etapa pretende próximas investigaciones para la retroalimentación y la innovación curricular de futuras generaciones de profesionales en computación e informática.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las competencias identificadas durante la primera etapa del análisis fueron valoradas, en su mayoría, con un grado de importancia media alta, alta y muy alta por un selecto grupo de empresas de la industria TIC. Con los resultados obtenidos, se puede mejorar el perfil de salida del estudiantado en futuras generaciones. Más de 50% de los empleadores que brindaron sus aportes ha contratado graduados de la Escuela de Informática, y esto hace que las reflexiones y experiencias tengan un gran peso en las innovaciones curriculares que desencadena esta investigación.

Se validaron competencias genéricas desde la disciplina de computación, en la cual destacaron el dominio de otro idioma, la adaptabilidad, el autoaprendizaje y la innovación. Por lo tanto, hace reflexionar en cómo fortalecerlas desde las asignaturas que componen el plan de estudios.

Se evidencia una necesidad de mejorar la competencia de comunicación eficaz, fluida, en español y en inglés en el aplicativo de elaboración de informes escritos, investigación y exposición. La expresión oral frente a auditorios; la comunicación efectiva para negociar, confrontar de manera constructiva; la escucha activa; la empatía; el respeto; el trabajo en equipo, así como el servicio al cliente interno y externo, liderazgo. Entonces, con estos valores y habilidades, se amplía el horizonte en el que el profesional en computación domine emociones, sepa comunicarse con personas de otras disciplinas y, en conjunto, desarrolla sistemas de información de mayor calidad y expectativa.

Durante las entrevistas cara a cara y como parte del *focus group*, se mencionaron algunos conocimientos técnicos deseables, tales como computación en la nube, desarrollo y gestión de proyectos ágiles, aseguramiento de la calidad, ciberseguridad, análisis de negocios, gestión de procesos organizacionales, inteligencia de negocios, integración, internet

de las cosas, arquitectura, integración, kubernetes, *big data*, análisis de datos, DevOps, aseguramiento de la calidad QA, *testing*, análisis de datos, experiencia de usuario, hiperconvergencia, virtualización, *machine learning*, planeación estratégica, políticas de información, gestión de proyectos, IA, IoT, entre otros.

La vinculación universidad-empresa debe ser permanente y sistemática como intereses comunes de ambos actores en procura del mejoramiento continuo de la calidad de los profesionales y procesos en función del progreso del país.

Finalmente, los empleadores reconocen que los graduados tienen alto grado funcional en estas competencias: análisis de requerimientos, autoaprendizaje, abstracción de algoritmos, comunicación efectiva, conocimientos técnicos, adaptabilidad en la curva de aprendizaje corta, desarrollo de *software*, mística, alta productividad, buenos programadores, quienes, además, disponen de buenas relaciones humanas, respeto, y responsabilidad.

REFERENCIAS

- [1] R. Hernández, C. Fernández y L. P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 2010.
- [2] S. L. Alzate, "University bonding-Productive sector companies literature review", *Latin American Computing Conference (CLEI)*. IEEE, 2015, pp.1-10.
- [3] Camtic (Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación), *Mapeo de Tecnologías Digitales*, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.camtic.org/wp-content/uploads/2017/06/CAMTIC-Mapeo-Sectorial.pdf>
- [4] K. P. Márquez, M. E. M., Rubiano y M. C. O. Riaga, "Modelos y mecanismos de interacción universidad-empresa-Estado: Retos para las universidades colombianas", *Equidad & Desarrollo*, 2011, no. 15, pp. 41-67.
- [5] M. Esquivel, "Caracterización del sector de tecnologías de información y comunicación (TICs) en Costa Rica", mayo, 2019 [Presentación de Power Point]. *Mapeo de Tecnologías Digitales 2019*. Camtic. Disponible en <https://www.camtic.org/wp-content/uploads/2019/09/Caracterizaci%C3%B3n-del-sector-de-tecnolog%C3%ADas-de-informaci%C3%B3n-y-comunicaci%C3%B3n-TICs-en-Costa-Rica-2019.pdf>
- [6] J. M. V. Jurado, R. H. López, I. F. De Lucio y L. A. M. Henríquez. *Papel de la I+ D en la relación universidad-empresa: una visión desde el sur*. Biblioteca Digital de la Asociación Latino Iberoamericana de Gestión Tecnológica, 2005.
- [7] R. Matarrita. "Estudio de Empleabilidad de los Graduados de la Escuela de Informática". Universidad Nacional Costa Rica
- [8] Programa Estado de la Nación. *Estado de la Educación Costarricense*, sexto informe, San José, Costa Rica, Biblioteca de CONARE, 2017.
- [9] OLAP (Oficina de Planificación de la Educación Superior Observatorio Laboral de Profesiones), "Empleadores 2013 de personal graduadas de universidades estatales". 2013, San José Costa Rica.
- [10] N. Cabrera, M. López y M. Portillo, "Las competencias de los graduados y su evaluación desde la perspectiva de los empleadores". *Estudios Pedagógicos*, vol. XLII, no. 3, pp. 69-87, 2016 [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173550019004>
- [11] G. Garita-González, J. Villalobos-Murillo, C. C. Esquivel y S. C. Alzate. "Referentes internacionales para el rediseño de un plan de estudios: competencias para una carrera en Informática". *Uniciencia*, vol. 35, no. 1, pp. 169-189, 2021 [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15359/ru.35-1.11>.
- [12] Estado de la Nación (2019). "Resumen Estado de la Educación Costarricense". San José, Costa Rica [En línea]. Disponible en: <https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2019/08/Estado-Educacio%CC%8In-RESUMEN-2019-WEB.pdf>
- [13] J., González y R. Wagenaar (eds.). *Tuning Educational Structures in Europe*. (Informe final. Fase 1). Universidad de Deusto, 2003.
- [14] "Marco de cualificaciones para la educación Superior Centroamericana (MCESCA): resultados de aprendizaje esperados para los niveles técnico superior universitario, bachillerato universitario, licenciatura, maestría y doctorado". Consejo superior Universitario Centroamericano (CSUCA), Ciudad de Guatemala, Editorial Serviprensa, 2018. [En línea]. Disponible en:

<http://hica.csuca.org/attachments/article/54/Marco%20de%20cualificaciones%20para%20la%20educacion.pdf>

[15]. Association for Computing Machinery (ACM), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) y IEEE Computer Society (IEEECS). Computer Engineering Curricula 2020. CC2020 Computing Curricula 2020. Paradigmas for Future Computing Curricula [borrador]. New York: IEEE, 2020.

[16] J. Lino *et al.* *Educación superior en América Latina: Reflexiones y perspectivas en informática*. Universidad de Deusto, 2013.

[17] P. Beneitone, C. Esquetini, J. González, M. Marty, G. Siufi y R. Wagenaar (eds.). *Tuning América Latina: Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina*. (Informe Final Proyecto Tuning América Latina 2004-2007). Universidad de Deusto y Universidad de Groningen, 2007. [En línea]. Disponible en: <http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/>

[18] ABET. Accreditation Board for Engineering and Technology. Abet Updates, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.abet.org/>

[19] EHEA (European Higher Education Area). “The Framework for Qualifications of the European Higher Education Area” (Apéndice III), en *Conf. Ministerial del Espacio Europeo De Educación Superior (EHEA)*, París, 2018.

[20] E. Tapella y P. Rodríguez-Bilella. Sistematización de experiencias: una metodología para evaluar intervenciones de desarrollo. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas públicas*, 2014, no. 3, pp. 80-116.

[21] Adeco. “Informe Infoempleo ADECCO”. Signo Comunicación Consultores. Madrid, 2019.

[22] Adeco. “Informe Infoempleo ADECCO”. Signo Comunicación Consultores. Madrid, 2020.

[23] N. Cabrera, M. López y Portillo, M. (2016). “Las competencias de los graduados y su evaluación desde la perspectiva de los empleadores”. *Estudios Pedagógicos*, vol. XLII, no. 3, pp. 69-87. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173550019004>.

[24] O. Leyva, F. Ganga, J. Tejada y A. Hernández. *La formación por competencias en la educación superior: alcances y limitaciones desde referentes de México, España y Chile*, Universidad Autónoma de Nueva León (UANL) México, Tirant humanidades, 2018.

[25] M. Nelcy, P. Rodríguez, J. Hincapié, A. M. Aguadelo y R. Ramírez (2012). “Percepción de empleadores sobre las competencias de graduados del Programa de Enfermería de la Fundación Universitaria del Área Andina de Pereira (Colombia)”. *Revista Cultura del Cuidado*, vol. 9, no. 2, pp. 22-38.

[26] M. L. Velasco. “Resolución de problemas algorítmicos y objetos de aprendizaje: una revisión de la literature”. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 10, no. 20 enero-junio, 2020 [En línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v10n20/2007-7467-ride-10-20-e022.pdf>

[27] K. Williamson y G. Johanson (eds.). *Research methods: Information, systems, and contexts*. Chandos Publishing, 2017.

[28] Facultad de Informática de Barcelona (FIB). *Competencias*. Universidad Politécnica de Catalunya (s. f.). [En línea]. Disponible en: <https://www.fib.upc.edu/es/estudios/grados/grado-en-ingenieria-informatica/plan-de-estudios/competencias>.

[29] M. Palma, E. Miñán y I. de los Ríos, (2011). “Competencias genéricas en ingeniería: un estudio comparado en el contexto internacional”. En Aeiipro (Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos). *XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos* (pp. 2552-2569), Huesca, España: Aeiipro [En línea]. Disponible en: http://dspace.aeiipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1553/CIIP11_2552_2569.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[30] ACM (Association for Computing Machinery) y Association for Information Systems / AIS IS A Competency Model for Undergraduate Programs Information Systems, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/is2020.pdf>

[31] Procomer Costa Rica, “Zonas francas. Dentro de la GAM”, *Procomer.com*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.procomer.com/zonasfrancas/business-tag/dentro-gam/>