

Análisis de competencias adquiridas en la formación académica con las demandas laborales de ingenieros de sistemas utilizando técnicas de aprendizaje automático. *

Analysis of competencies acquired in academic training with the labor demands of systems engineers using machine learning techniques.

Teofilo Jose Hoyos Cordero**
Sebastian Herazo Gonzalez***
Daniel José Salas Alvarez****

Recibido: febrero 26 de 2023 - Evaluado: marzo 19 de 2023 - Aceptado: mayo 16 de 2023

Para citar este artículo / To cite this Article

T. J. Hoyos-Cordero, S. Herazo González, D. Salas-Alvarez, “análisis de competencias adquiridas en la formación académica con las demandas laborales de ingenieros de sistemas utilizando técnicas de aprendizaje automático”, Montería: Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 6, no. 2, pp. 18, 2023.

Resumen

Esta investigación se enfocó en analizar las competencias adquiridas durante la formación académica de ingenieros de sistemas con las exigencias actuales del mercado laboral. La metodología empleada incorporó técnicas de Aprendizaje Automático para un análisis exhaustivo. El proceso se dividió en cuatro etapas fundamentales. En la primera etapa, se recopilaron ofertas de empleo y se evaluaron las habilidades técnicas requeridas por las empresas. La segunda fase implicó la creación de un cuestionario basado en estas habilidades. La tercera etapa incluyó la administración del cuestionario a egresados, registrando sus respuestas en una matriz binaria. Finalmente, en la última etapa, se utilizó un software de Aprendizaje Automático para cotejar las competencias demandadas por las empresas con las habilidades de los egresados. Los resultados obtenidos revelaron tanto coincidencias como discrepancias en habilidades blandas, como trabajo en equipo, liderazgo y comunicación efectiva, donde solo un pequeño porcentaje de los 109 egresados encuestados las posee. Por otro lado, existe una coincidencia significativa en habilidades técnicas como "inglés B1 o más," "Bases de datos" y "Metodologías Ágiles" entre las requeridas por el mercado laboral y las habilidades de los egresados.

*Artículo inédito: “Análisis de competencias adquiridas en la formación académica con las demandas laborales de ingenieros de sistemas utilizando técnicas de aprendizaje automático”.

** Ingeniero de Sistemas, Universidad de Córdoba, thoyoscordero@correo.unicordoba.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1483-7229>, Montería, Colombia.

** Ingeniero de Sistemas, Universidad de Córdoba, sherazogonzalez86@correo.unicordoba.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1017-5540>, Montería, Colombia.

** Ingeniero de Sistemas, Universidad de Córdoba, danielsalas@correo.unicordoba.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7097-7883>, Montería, Colombia.

Estos hallazgos destacaron la presencia de brechas entre las competencias de los egresados y las requeridas por el mercado laboral. La implementación de software de Aprendizaje Automático facilitó una comparación cuantitativa precisa y orientada de los requerimientos de las empresas y las habilidades de los ingenieros de sistemas. En consecuencia, se resalta la necesidad de una capacitación adicional para los futuros ingenieros de sistemas en áreas específicas. Además, se proporcionan directrices para mejorar la formación académica, alineándola eficazmente con las cambiantes exigencias del mercado laboral. Este enfoque beneficia tanto a las instituciones educativas como a las futuras generaciones de ingenieros de sistemas, asegurando su competitividad y éxito en un entorno laboral en constante evolución.

Palabras clave: Competencias profesionales, Ingeniería de sistemas, demanda laboral, brecha de habilidades, Aprendizaje automático.

Abstract

This research focused on analyzing the competencies acquired during the academic training of systems engineers with the current demands of the labor market. The methodology used incorporated Machine Learning techniques for an exhaustive analysis. The process was divided into four fundamental stages. In the first stage, job offers were collected and the technical skills required by the companies were evaluated. The second stage involved the creation of a questionnaire based on these skills. The third stage involved administering the questionnaire to graduates, recording their responses in a binary matrix. Finally, in the last stage, Machine Learning software was used to match the competencies demanded by companies with the skills of the graduates. The results obtained revealed both coincidences and discrepancies in soft skills, such as teamwork, leadership, and effective communication, where only a small percentage of the 109 graduates surveyed possess them. On the other hand, there is a significant coincidence in technical skills such as "English B1 or more," "Databases" and "Agile Methodologies" between those required by the labor market and the skills of the graduates. These findings highlighted the presence of gaps between the skills of graduates and those required by the labor market. The implementation of Machine Learning software facilitated an accurate and targeted quantitative comparison of the requirements of companies and the skills of systems engineers. Consequently, the need for additional training for future system engineers in specific areas is highlighted. In addition, guidelines are provided for improving academic training, effectively aligning it with the changing demands of the labor market. This approach benefits both educational institutions and future generations of systems engineers, ensuring their competitiveness and success in a constantly evolving work environment.

Keywords: Professional competencies, Systems engineering, labor demand, skills gap, Machine learning.

1. Introducción

Con regularidad, el crecimiento económico se origina gracias a múltiples cambios en la sociedad [1]. La revolución digital es una de las manifestaciones más actuales de dichos cambios, implicando una transformación impulsada por la incorporación de tecnologías digitales. Este proceso genera nuevos actores, estructuras, prácticas, valores y creencias que

pueden cambiar, amenazar, reemplazar o complementar las reglas que existen en las organizaciones, los ecosistemas, las industrias o los sectores [2]. La ingeniería de sistemas se destaca como una disciplina esencial que impulsa la innovación y la eficiencia en una amplia gama de industrias. Sin embargo, a medida que el mundo de la tecnología evoluciona a pasos agigantados, surge una pregunta fundamental: ¿Están los ingenieros de sistemas debidamente equipados con las competencias necesarias para enfrentar los desafíos de un mercado laboral en constante cambio? Este cuestionamiento constituye el núcleo del presente trabajo de investigación se enfoca en el análisis exhaustivo de las brechas de competencias entre la formación académica y las demandas laborales en el campo de la ingeniería de sistemas.

En el mundo actual, los empleados necesitan estar constantemente aprendiendo y adaptándose a los cambios para mantenerse competitivos[3]. La revolución tecnológica ha transformado la forma en que las empresas operan y, como resultado, las habilidades y competencias requeridas para triunfar en la ingeniería de sistemas han evolucionado significativamente. En la actualidad la demanda de ingenieros de sistemas, computación o afines tanto a nivel global como a nivel nacional es sumamente alta, prueba de ello es la necesidad de alrededor de 80.000 profesionales de sistemas únicamente en Colombia [4] (citado en [5]). Los desafíos significativos que enfrentan en el ámbito profesional y en la vida real, en general, son problemas abiertos. Estos problemas representan situaciones poco definidas o estructuradas y presentan al profesional una variedad de dilemas, que van desde cuestiones de desarrollo tecnológico y ambientales hasta asuntos éticos, políticos y económicos [6].

A medida que las organizaciones buscan profesionales capaces de abordar proyectos complejos, analizar datos masivos y colaborar en equipos multidisciplinarios, Las instituciones educativas se enfrentan al desafío de preparar a los estudiantes para un mercado laboral en constante cambio.

Los empleos de hoy en día requieren más que solo habilidades técnicas, también requieren habilidades blandas, como la comunicación, el trabajo en equipo y la resolución de problemas [7], por ello se hace evidente la necesidad de evaluar si los programas académicos actuales están preparando a los ingenieros de sistemas de manera adecuada. Este proyecto aborda esta cuestión crucial, identificando las habilidades más demandadas por las empresas y evaluando si el perfil profesional de los egresados de la Universidad de Córdoba, en su rol de ingenieros de sistemas, es apto para enfrentar los retos de un mercado laboral altamente competitivo. Usualmente, el perfil profesional se define como una visión previa que incluye las cualidades, saberes, destrezas, aptitudes y principios que identifican a un profesional en una especialidad particular [8].

El análisis de las brechas entre las competencias y habilidades que solicita el mercado laboral y las habilidades que poseen los egresados de ingeniería de sistemas de la universidad de Córdoba, se lleva a cabo a través de un enfoque innovador, que integra técnicas de Aprendizaje automático para evaluar de manera cuantitativa las habilidades y competencias de los ingenieros de sistemas. Este enfoque permite una comprensión más profunda de la relación entre la formación académica y las demandas del mercado laboral, y proporciona recomendaciones sólidas para mejorar la educación y la formación continua de los ingenieros

de sistemas. En un mundo en constante cambio, donde la tecnología sigue siendo el motor de la innovación, las instituciones de educación superior deben determinar de qué manera pueden potenciar las aptitudes de sus estudiantes [9]. Esta investigación ofrece una hoja de ruta que sirve de orientación a los profesionales y a la academia para tener una visión más clara de las necesidades del entorno.

2. Materiales y Métodos

Para la creación del software descrito, se requirieron los siguientes materiales y métodos:

Materiales:

Plataforma de Desarrollo de Software: Se utilizó un entorno de desarrollo de software, como Python con bibliotecas de aprendizaje automático como Scikit-Learn para la implementación de la regresión logística y regresión lineal.

Base de Datos: Se necesitó una base de datos para almacenar y gestionar los registros de los egresados, sus habilidades y la información sobre las vacantes recopiladas.

Interfaz de Usuario: Fue necesario diseñar una interfaz de usuario (formulario) donde los egresados pudieran indicar sus habilidades, y los resultados de la evaluación fueran presentados de manera comprensible.

Conjunto de Datos de Vacantes: Para realizar comparaciones y evaluaciones, se requirió un conjunto de datos que contenía información sobre las vacantes de empleo, incluyendo las habilidades requeridas y su frecuencia.

Métodos:

Regresión Logística: Se implementó un modelo de regresión logística para comparar las habilidades declaradas por los egresados con las habilidades requeridas en las vacantes [10]. Esto permitió estimar la probabilidad de que un egresado sea contratado y sugerir el fortalecimiento de habilidades en caso de bajas posibilidades.

Regresión Lineal: Se utilizó la regresión lineal para analizar la variabilidad en el déficit de vacantes en función de los porcentajes de vacantes y egresados registrados [11]. Esto proporcionó información sobre la evolución de los registros y la necesidad de mantener la integridad de los datos.

Gestión de Bases de Datos: Se aplicaron técnicas de gestión de bases de datos para almacenar y recuperar información sobre los egresados y las vacantes, lo que garantizó un manejo eficiente de los datos.

Fases de la investigación

Fase 1: Recopilación de Vacantes Laborales

Búsqueda en LinkedIn y CompuTrabajo de ofertas Laborales

Para realizar la búsqueda de ofertas en LinkedIn y CompuTrabajo, se ha considerado el perfil de ingeniero de sistemas [12]. Se utilizaron palabras claves como “análisis de datos”, “programador”, “Desarrollador de software”, “ingeniero de software”, entre otras. De las ofertas seleccionadas 38 se extrajeron de LinkedIn y 8 de CompuTrabajo, con un total de 46 vacantes seleccionadas.

$$\text{Porcentaje de vacantes LinkedIn} = \frac{100 \cdot 38}{46} = 82,60\%$$

$$\text{Porcentaje de vacantes CompuTrabajo} = \frac{100 \cdot 8}{46} = 17,40\%$$

LinkedIn se ha destacado como un canal de comunicación poderoso, donde muchas empresas líderes se conectan con audiencias más amplias y realizan procesos de reclutamiento. [13]. Además, puede promocionar el perfil profesional online de una persona para ofrecerle empleo [14]. **CompuTrabajo** es una plataforma en línea que conecta empleadores con candidatos, facilitando la búsqueda y publicación de ofertas de trabajo. Sirve como intermediario virtual para agilizar el proceso de contratación y ayudar a encontrar oportunidades laborales.

Procedimiento:

1. Se utilizó LinkedIn y CompuTrabajo para buscar oportunidades laborales relacionadas con el perfil de ingeniero de sistemas [15]. Estos recursos sirvieron como fuente primaria para la recopilación de datos.
2. Se recopilaron las ofertas laborales encontradas, incluyendo información sobre las habilidades y competencias requeridas.

Variables Evaluadas:

- Habilidades técnicas demandadas por las empresas.
- Descripción de las vacantes laborales.

Fase 2: Diseño del instrumento

Procedimiento:

El instrumento se lleva a cabo con el propósito de identificar los desafíos predominantes que enfrentan los egresados de ingeniería de sistemas. Su finalidad radica en enriquecer y priorizar áreas de conocimiento relevantes [16].

En el proceso de encuestar a egresados del programa de ingeniería de sistemas, se tomaron todas las habilidades previamente identificadas. Estas habilidades se organizaron en una tabla, y se solicitó a los encuestados que seleccionaran las habilidades que poseían. Además, se incluyeron otras preguntas pertinentes, como su estado laboral (empleo o desempleo), su experiencia laboral acumulada y sus opiniones sobre las habilidades que consideraban que debieron ser parte de su formación académica.

Para aplicar la encuesta, se accedió a las bases de datos de los egresados del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad de Córdoba, específicamente del periodo que abarca desde el primer semestre de 2016 hasta el segundo semestre de 2022:

El total de la población de egresados en ese rango fue de 1473

Se distribuyeron correos electrónicos con un enlace directo a la encuesta entre 550 egresados, de los cuales 109 completaron la encuesta de manera efectiva, constituyendo así una muestra de 109 egresados.

Porcentaje de la muestra = $(100 * 109) / 550 = 19,18\%$

El 19,18% de los correos enviados diligenciaron la encuesta.

- **Recopilación de Datos de la Encuesta**

Se optó por emplear una encuesta como el principal instrumento de recopilación de datos en este estudio. Las respuestas generadas a partir de este cuestionario se registraron de manera organizada en una hoja de cálculo en Excel. Para maximizar la participación y obtener una muestra representativa, se llevó a cabo la distribución de la encuesta a través de plataformas digitales. El objetivo primordial era abarcar a un amplio espectro de egresados pertenecientes al programa de ingeniería de sistemas de la Universidad de Córdoba.

1. Se diseñó un cuestionario que incluyó una lista de habilidades técnicas y blandas basadas en las demandas laborales identificadas en la fase 1.
2. Se elaboraron preguntas específicas para evaluar si los egresados poseían dichas habilidades.

Variables Evaluadas:

- Habilidades técnicas y blandas incluidas en el cuestionario.

Fase 3: Construcción de la Matriz Binaria

A partir de la hoja de cálculo donde quedaron meticulosamente registradas las respuestas obtenidas mediante la encuesta, se emprendió un proceso de análisis de texto, haciendo uso de técnicas de minería de texto como la evaluación de la frecuencia de palabras y la extracción de texto. Estas técnicas se aplicaron con el propósito de extraer de manera eficiente la información más relevante y significativa de las respuestas obtenidas en la encuesta [17]. Como resultado de este análisis, se logró la creación de una matriz binaria. La existencia de esta matriz se reveló de importancia central en la fase siguiente del estudio, en la cual se procedió a entrenar un software fundamentado en técnicas de aprendizaje Automático. Este

enfoque integral permitió obtener conocimientos valiosos y patrones significativos a partir de las respuestas de los encuestados, enriqueciendo sustancialmente la investigación.

Procedimiento:

1. Se suministró el cuestionario a los egresados de la Universidad de Córdoba, abarcando tanto a aquellos que estaban empleados como a los que se encontraban desempleados.
2. Se registraron las respuestas de los egresados en una matriz binaria, donde cada fila representaba a un egresado y cada columna representaba una habilidad. El valor en cada celda cuando era "1" indicaba que el encuestado tenía la habilidad, y "0" indicaba que no la tenía.

Fase 4: Análisis de Resultados Utilizando el Software de Aprendizaje Automático

Procedimiento:

1. Se utilizó un software de Aprendizaje Automático diseñado específicamente para este estudio.
2. El software tomó como entrada la matriz binaria generada en la Fase 3, que representa las habilidades técnicas y blandas de los egresados.
3. El modelo de Aprendizaje Automático, que incluye regresión logística y lineal, será entrenado con esta matriz para evaluar las habilidades de los egresados.
4. El software realizó una comparación entre las competencias requeridas por las empresas (identificadas en la Fase 1) y las habilidades que poseen los egresados (obtenidas a través de la encuesta).
5. El software generó resultados que indicarán qué habilidades de los egresados coinciden con las demandas laborales y en qué medida.

VARIABLES EVALUADAS:

- Habilidades técnicas de los egresados.
- Competencias requeridas por las empresas.

3. Resultados

Análisis de las Habilidades Requeridas en el Mercado Laboral:

El análisis exhaustivo de las ofertas de empleo recopiladas de plataformas como LinkedIn y CompuTrabajo proporcionó una visión profunda de las habilidades requeridas por las empresas en el campo de la ingeniería de sistemas. Las competencias identificadas incluyeron conocimientos técnicos en lenguajes de programación, experiencia en herramientas de desarrollo de software, habilidades de análisis de datos, capacidad de trabajo en equipo y comunicación efectiva. Se observó que las empresas valoran, en gran medida, la versatilidad

de los ingenieros de sistemas, lo que se traduce en una amplia gama de habilidades técnicas y no técnicas.

Para la recolección de datos, se llevó a cabo una búsqueda de vacantes relacionadas con el perfil de ingeniero de sistemas en plataformas como LinkedIn y CompuTrabajo, siguiendo las proporciones especificadas como se puede observar en la figura 1.

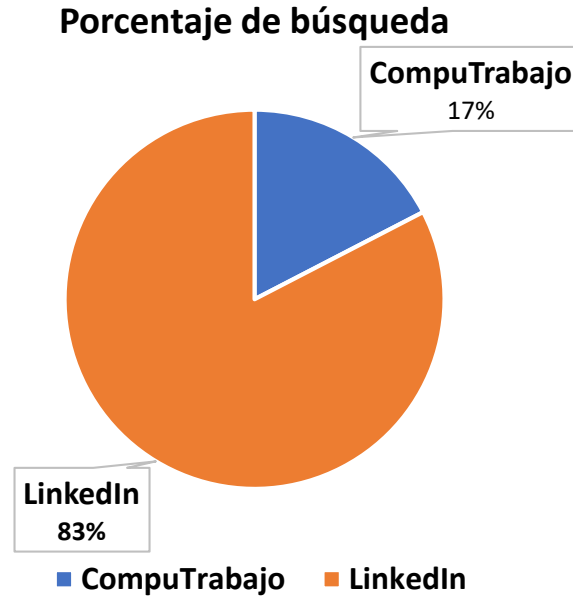


Figura 1. Porcentaje búsqueda de vacantes: Representación de las plataformas usadas para seleccionar las ofertas laborales.

Fuente: Elaboración propia, 2023





Análisis de Publicaciones de Vacantes Laborales en LinkedIn y CompuTrabajo

Se llevó a cabo un análisis minucioso de las publicaciones de ofertas de trabajo recopiladas de fuentes de empleo. Se procedió a la extracción de información que incluyó el nombre de las empresas empleadoras, el título de los puestos, así como una breve descripción de las tareas asociadas al empleo [18].

Creación de Base de Datos Estructurada y Análisis de Habilidades Demandadas

Las habilidades y competencias descubiertas en las ofertas de empleo se incorporaron en una base de datos organizada. Esta base de datos contenía datos esenciales, incluyendo el nombre de la empresa y las habilidades requeridas por las empresas (ver la Tabla I). La base de datos facilita la obtención de información actualizada y permite visualizar las habilidades más solicitadas en el mercado laboral, además de categorizarlas en habilidades técnicas y habilidades interpersonales [19].

Tabla I. Tabla de vacantes por empresa: Representación las empresas que ofertaron vacantes y las habilidades requeridas.

NAME OF COMPANY		REQUISITOS VACANTES
	FullStack Labs	Administración de sistemas Linux
		Desarrollo de software
		Inglés B1
		Liderazgo
		Metodologías Ágiles
		Pruebas de software
	Amaris Consulting	Hojas de estilos en cascada (CSS)
		Python
		Trabajo en equipo
		jQuery
	CINTE Colombia	Inglés B2
		Java
		Soluciones de software
	Michael Page	ReactJS
		Inglés B1
		.NET Framework
		Bases de datos
		C#
		Desarrollo web back end

Fuente: Elaboración propia, 2023

Asimismo, Se realizó un análisis cuantitativo de las habilidades identificadas en las ofertas laborales [19]. Se aplicaron técnicas de procesamiento de datos y análisis estadístico para evaluar la frecuencia de aparición de cada habilidad y su relevancia en el mercado laboral de ingeniería de sistemas como se puede observar en la Tabla II.

Tabla II. Frecuencia relativa de competencias: Representación del número de veces en que fue solicitada cada habilidad.

Habilidades	Cantidad Requerida		
		Express.js	1
Inglés B1	30	Capacidad de análisis	1
Bases de datos	14	Resource Acquisition	1
Python	11	Microsoft Azure	1
Hojas de estilos en cascada (CSS)	9	Backbone.js	1
Trabajo en equipo	8	microservicios	1
Java	8	Diseño web adaptable	1
Liderazgo	7	Oracle Database	1
C#	7	MVVM	1
JSON	7	metedologias SCRUM	1
Metodologías Agiles	6	Business Apps	1
JavaScript	6	Spring Framework	1
Angular	5	Autenticación	1
React.JS	5	Linux	1
C++	4	Doctrine	1
Desarrollo de software	4	SPL	1
SQL	4	Next.js	1
Proactividad	4	Laravel	1
PHP	3	Redux.js	1
Node.js	3	Karma	1
Maven	3	Ciencias de la computación	1
XML	3	Soluciones de software	1
HTML5	3	Webpack	1
Desarrollo de aplicaciones	3	jQuery	1
Comunicación	3	Blockchain	1
.NET Framework	3	Administración de sistemas	1
Desarrollo web back end	2	Mocha	1
Programación en C	2	Yii	1
TypeScript	2	Microsoft SQL Server	1
MySQL	2	Solidity	1
Aseguramiento de la calidad	2	Documentación técnica	1
Microsoft Dynamics	2	Oracle	1
Desarrollo de SOAP	2	Django	1
Spring MVC	2	Jasmine Framework	1
Pruebas de software	2	DevOps	1
Software CRM	2	Jakarta EE	1
AWS	2	Desarrollo front end	1
ADO.NET	2	Investigación	1
Google Cloud	2	Swift	1
HTTP	2	Inteligencia artificial	1

Criptografía	1	Azure	1
Sockets	1	WebdriverIO	1
Colaboración	1	Automatización	1
Servicios web	1	GoldenGate	1
Ciencia de datos	1	ASP.NET	1
SCADA	1	Go	1
CakePHP	1	Pandas	1
Tolerancia a la presión	1	GitHub	1
MVC	1	Análisis forense	1
Analítica	1	SAP Controlling (CO)	1
Bootstrap	1	PostgreSQL	1
Objective-C	1	RMAN	1
MongoDB	1	Jmeter	1
Hibernate	1	Jest	1
		Total general	259

Fuente: Elaboración propia, 2023

Software con Técnicas de Aprendizaje Automático

Para el desarrollo del software, se llevaron a cabo las definiciones de los casos de uso, lo que condujo a la elaboración de un diagrama que ilustra los roles de cada usuario (jefe de departamento, estudiante y coordinador de egresados) en la aplicación.

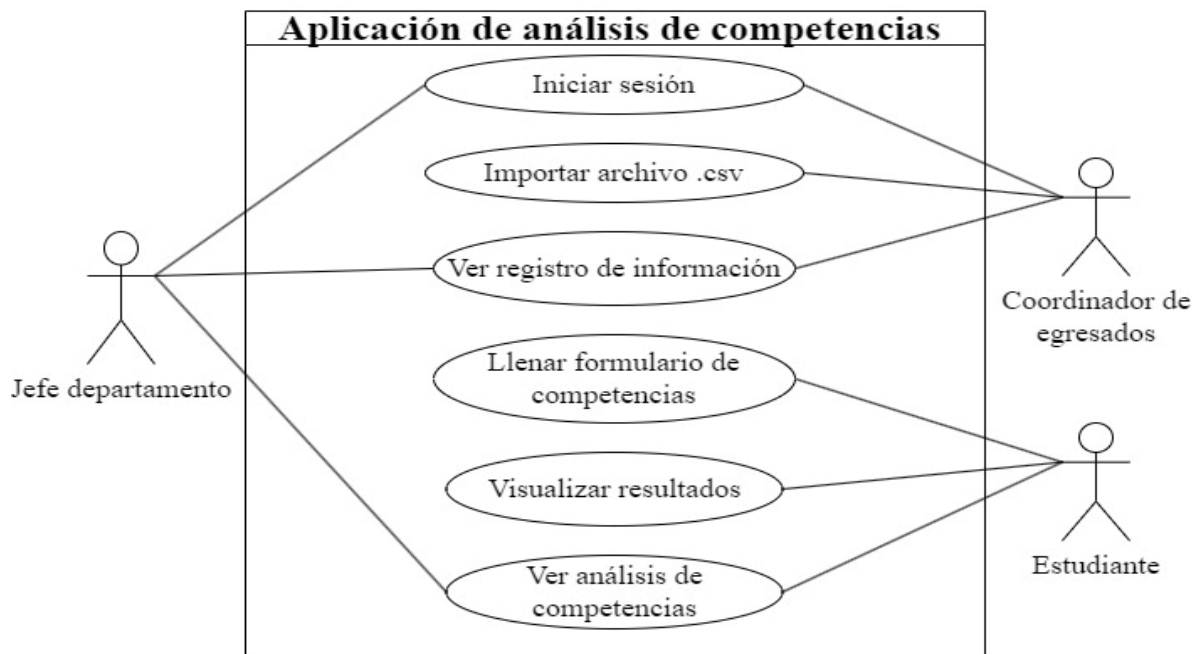


Figura 2. Diagrama de casos de uso: Representación de las funcionalidades del sistema con base en cada rol del usuario.

Fuente: Elaboración propia, 2023

La aplicación web opera con una detección interna de roles de usuario al inicio, con tres posibles roles: administrador, estudiante y coordinador. Su funcionamiento se basa en la inserción de datos a partir de un archivo en formato CSV que contiene una matriz binaria con las respuestas de los egresados, indicando sus habilidades adquiridas y su situación laboral actual. Una vez que se inicia la inserción de datos, comienza el proceso de entrenamiento de los algoritmos de aprendizaje automático, específicamente regresión lineal y regresión logística. El algoritmo de aprendizaje automático utilizado nos proporciona una información que se considera relevante [20].

El sistema incluye un formulario que aborda las habilidades más relevantes para el desarrollo, así como habilidades generales y habilidades blandas, y los egresados deben indicar si poseen o no cada habilidad. Al evaluar estas respuestas, el modelo de regresión logística compara las habilidades de los encuestados con las habilidades requeridas en las vacantes recopiladas. De acuerdo con esta evaluación, se determina la probabilidad de que un egresado sea contratado para un puesto de ingeniero de sistemas. En caso de tener bajas posibilidades, se sugiere que el egresado fortalezca sus habilidades.

La aplicación también mantiene un registro de todos los datos ingresados, incluyendo las competencias solicitadas, la frecuencia con la que se requieren y cuántos egresados encuestados cumplen con cada competencia. Utilizando la regresión lineal, se analiza la variabilidad en el déficit de vacantes en función de los porcentajes de vacantes y egresados registrados. Esto permite evaluar la evolución de los registros y garantizar la integridad de la información sin sesgos.

Brechas de Competencias Identificadas:

Una vez completada la encuesta por 109 egresados de la Universidad de Córdoba, se procedió a comparar las habilidades requeridas por las empresas con las habilidades que los egresados poseían. La matriz binaria, generada a partir de estas respuestas, arrojó resultados reveladores. Se evidenció que la mayoría de los egresados poseía sólidas habilidades técnicas, incluyendo programación y análisis de datos, lo que refleja un alineamiento positivo con las demandas del mercado laboral. Sin embargo, se identificaron deficiencias notables en áreas relacionadas con la comunicación efectiva, la gestión de proyectos y las habilidades interpersonales.

A pesar de que los egresados destacaron en competencias técnicas, estas brechas en las habilidades blandas podrían tener un impacto significativo en su empleabilidad en un mercado laboral caracterizado por su alta competitividad. El análisis demuestra que, en general, los egresados de la Universidad de Córdoba cuentan con una base sólida de competencias técnicas, pero podrían beneficiarse de un mayor énfasis en el desarrollo de habilidades interpersonales y de gestión, lo que los haría aún más competitivos y preparados para los desafíos de un mercado laboral en constante evolución.

De los 109 encuestados, 42 de ellos se encuentran actualmente empleados, mientras que 67 están desempleados. Esta distribución se ilustra de manera más clara en la figura siguiente.

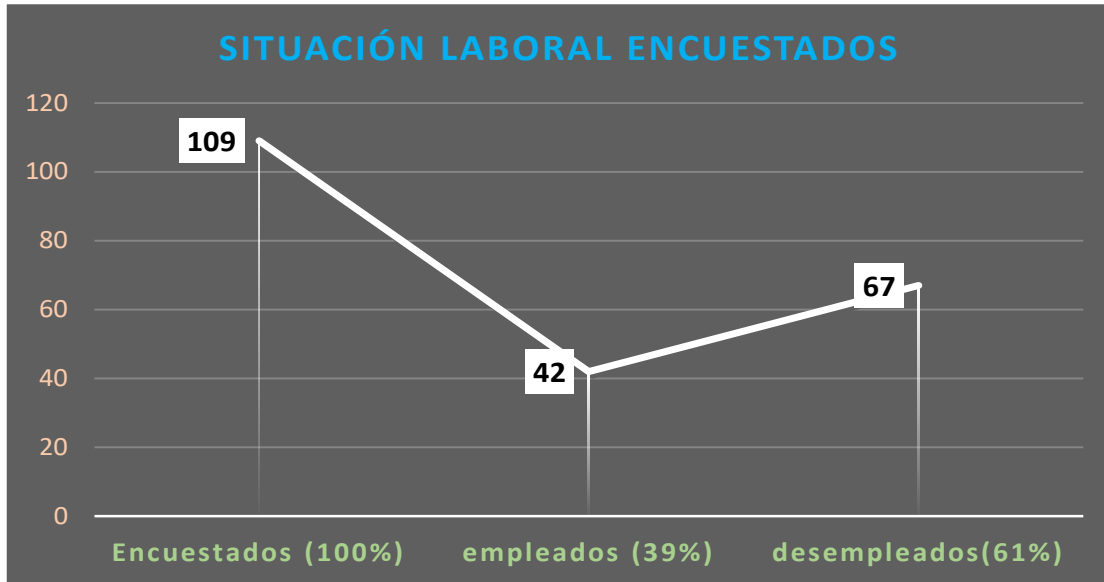


Figura 3. Situación laboral: Representación gráfica de la situación laboral de los 109 encuestados
Fuente: Elaboración propia, 2023

Teniendo en cuenta los resultados de la encuesta se realizó un análisis de las habilidades requeridas y las habilidades que poseen todos los egresados encuestados y los egresados desempleados. (ver figura 4A y figura 4B).

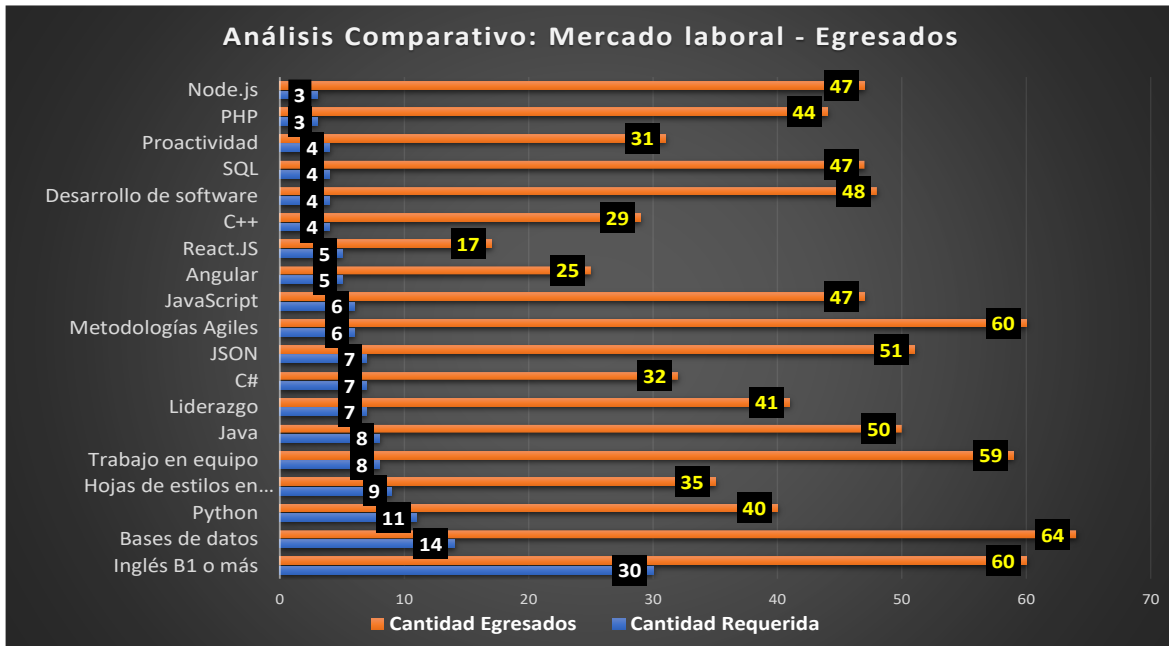


Figura 4A. Análisis comparativo: Representación de las habilidades que requiere el mercado laboral y las habilidades que poseen los egresados.
Fuente: Elaboración propia, 2023

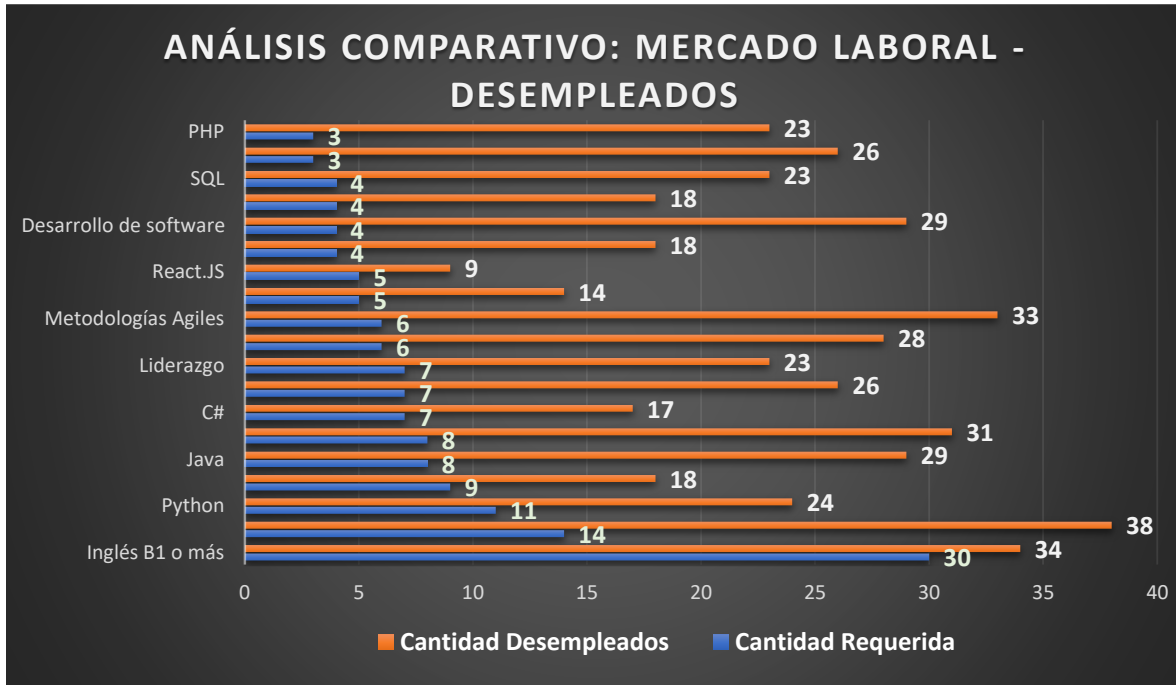


Figura 4B. Análisis comparativo: Representación de las habilidades que requiere el mercado laboral y las habilidades que poseen los egresados desempleados.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Potencial de la Educación y el Aprendizaje Continuo en Ingeniería de Sistemas:

Es relevante destacar que la encuesta realizada a 109 egresados de la Universidad de Córdoba reveló que poseen un sólido conjunto de habilidades que son altamente demandadas en el mercado laboral actual. Estas habilidades incluyen un dominio del inglés a nivel B1 o superior, competencia en bases de datos, programación en Python, experiencia en Hojas de Estilos en Cascada (CSS), capacidad para trabajar en equipo, conocimientos de lenguajes de programación como Java, C#, JavaScript, C++, y habilidades en el desarrollo de software, así como una comprensión de tecnologías como JSON, metodologías ágiles, Angular, React.JS, SQL, PHP, y Node.js. Además, los encuestados demostraron habilidades blandas valiosas como liderazgo y proactividad.

Estos resultados subrayan la efectividad de la educación superior en la preparación de los ingenieros de sistemas, equipándolos con competencias técnicas esenciales que están en alta demanda en el mercado laboral. Además, aprovechando la lista de habilidades organizadas por su frecuencia relativa, los educadores tienen la capacidad de reajustar los programas informáticos existentes, otorgando prioridad a los conjuntos de habilidades demandados en el ámbito laboral [21]. Esto no solo beneficia a los estudiantes al asegurar que adquieran las competencias más relevantes y solicitadas.

Implicaciones para el Futuro y el Aprendizaje Continuo:

El hecho de que la mayoría de los encuestados posean competencias altamente solicitadas por el mercado laboral sugiere que la Universidad de Córdoba está proporcionando una formación efectiva y relevante. Sin embargo, también se destaca la importancia de mantenerse actualizado y estar dispuesto a aprender continuamente a lo largo de la carrera profesional. A pesar de que los encuestados están bien preparados en muchas áreas, el mercado laboral es dinámico y en constante evolución. La disposición para adaptarse y adquirir nuevas habilidades a medida que surgen nuevas demandas laborales se identifica como un factor crítico para el éxito sostenible en la industria de la ingeniería de sistemas.

Fortalecimiento de la Formación Académica:

Este estudio proporciona una valiosa hoja de ruta para el fortalecimiento de la formación académica de los ingenieros de sistemas. Además de mantener un enfoque en las habilidades técnicas fundamentales, se destaca la importancia de incorporar competencias interpersonales y de gestión en el currículo académico. La gestión de proyectos, la comunicación efectiva y el liderazgo son aspectos que ganan cada vez más relevancia en el mercado laboral. El estudio enfatiza la necesidad de un aprendizaje continuo y el desarrollo de una amplia variedad de habilidades para mantenerse competitivo en una industria en constante cambio [22]. En resumen, se alienta tanto a los egresados como a los futuros ingenieros de sistemas a abrazar una mentalidad de aprendizaje constante para prosperar en un entorno laboral en constante transformación.

Conclusiones

Este estudio revela la importancia de mantener actualizadas las habilidades técnicas en constante evolución en el campo de la ingeniería de sistemas. A pesar de la sólida preparación técnica, se destacan carencias en competencias blandas como la comunicación efectiva y el liderazgo, fundamentales en el entorno laboral actual. La concordancia entre la formación y las demandas laborales subraya la efectividad de la educación superior. Además, se enfatiza la necesidad de un aprendizaje continuo y una mayor colaboración entre las instituciones académicas y las empresas para priorizar las competencias más demandadas.

Demanda Evolutiva de Habilidades Técnicas: El mercado laboral en el campo de la ingeniería de sistemas muestra una demanda constante de habilidades técnicas en constante evolución. Las competencias en tecnologías emergentes como Python, Java, JavaScript y herramientas de desarrollo web son altamente solicitadas. Esto subraya la necesidad de que los programas académicos se mantengan actualizados y se adapten a las demandas cambiantes.

Importancia de las Habilidades Blandas: A pesar de la sólida preparación en muchas habilidades técnicas de los egresados de la Universidad de Córdoba, se han detectado notables carencias en competencias blandas, como la comunicación efectiva, la gestión de

proyectos y el liderazgo [23]. Estas aptitudes son fundamentales en el entorno laboral actual y son esenciales para que todo profesional pueda desempeñarse de manera óptima en un entorno de trabajo cada vez más colaborativo.

Concordancia entre la Formación y las Demandas Laborales: El análisis revela que los egresados de la Universidad de Córdoba poseen un conjunto sólido de habilidades técnicas altamente demandadas por las empresas. Esto sugiere que la educación superior está proporcionando una formación efectiva y relevante.

Aprendizaje Continuo y Adaptación: A pesar de estar bien preparados, se enfatiza la importancia de mantener una mentalidad de aprendizaje continuo. El mercado laboral es dinámico y en constante evolución, lo que requiere que los profesionales estén dispuestos a adquirir nuevas habilidades a lo largo de sus carreras.

Colaboración entre la Universidad y las Empresas: La investigación resalta la importancia de una mayor colaboración entre las instituciones académicas y las empresas. El análisis de las demandas laborales puede utilizarse para ajustar los programas de formación y facilitar la inserción laboral de los egresados.

Recomendación de Priorización de Habilidades: Aprovechando la lista de habilidades organizadas por su frecuencia relativa, se sugiere que los educadores prioricen las competencias más demandadas por el mercado laboral en sus programas académicos. Esto garantiza que los estudiantes adquieran las habilidades más relevantes y aumenta la conexión entre la educación superior y el mundo laboral.

Referencias

[1] F. Zaoui and N. Souissi, "Roadmap for digital transformation: A literature review," *Procedia Comput Sci*, vol. 175, pp. 621–628, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.PROCS.2020.07.090.

[2] T. Delgado Fernández, «Taxonomía de Transformación Digital», *Rev. Cub. Transf. Dig.*, vol. 1, n.º 1, pp. 4–23, oct. 2021.

[3] S. Zeidan, S. Zeidan, and M. Bishnoi, "An Effective Framework for Bridging the Gap between Industry and Academia," *International Journal on Emerging Technologies*, vol. 11, no. 3, pp. 454–461, 2020, Accessed: may. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/341830407>

[4] J. C. Fandiño "Competencias necesarias por los egresados de ingeniería de sistemas en el ámbito laboral". Documento de trabajo, Universidad EAN, 2022.

[5]SCI. (2020, December 17). En Colombia faltan 80.000 ingenieros informáticos. Retrieved February 13, 2022, from <https://sci.org.co/en-colombia-faltan-80-000-ingenieros-informaticos/>

[6]F. Díaz Barriga Arceo, «Evaluación de Competencias en Educación Superior: Experiencias en el Contexto Mexicano», RIEE, vol. 12, n.º 2, pp. 49–66, oct. 2019.

[7]M. E. Gómez-Gamero, «Las habilidades blandas competencias para el nuevo milenio», ESA, vol. 6, n.º 11, ene. 2019.

[8]E. Vidal-Duarte y A. Padrón Álvarez, «Del diagnóstico al perfil por competencias: lecciones aprendidas en Ingeniería de Sistemas», RRP, vol. 8, n.º 2, pp. 267 – 286p., dic. 2020.

[9]H. B. Kenayathulla, N. A. Ahmad, and A. R. Idris, “Gaps between competence and importance of employability skills: evidence from Malaysia,” *Higher Education Evaluation and Development*, vol. 13, no. 2, pp. 97–112, Dec. 2019, doi: 10.1108/heed-08-2019-0039.

[10]L. Arendt, E. Gałecka-Burdziak, F. Núñez, R. Pater, and C. Usabiaga, “Skills requirements across task-content groups in Poland: What online job offers tell us,” *Technol Forecast Soc Change*, vol. 187, p. 122245, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.TECHFORE.2022.122245.

[11]D. Maulud and A. M. Abdulazeez, “A Review on Linear Regression Comprehensive in Machine Learning”, *JASTT*, vol. 1, no. 4, pp. 140-147, Dec. 2020.

[12] Nel, Wognum, et al. Transdisciplinary systems engineering: implications, challenges and research agenda. *International Journal of Agile Systems and Management*, 2019, vol. 12, no 1, p. 58-89.

[13] L. Arroyo Mesa, *Tendencias Actuales en la Búsqueda y Selección de Personal en el Ámbito Empresarial*. [Trabajo de pregrado, Universidad Pontificia Comillas]. Repositorio comillas. 2022.

[14] A. Susanto and L. D. Kumalasari, “Recommendation System of Informatic Technology Jobs using Collaborative Filtering Method Based on LinkedIn Skills Endorsement SISFORMA,” *Journal of Information Systems (e-Journal)*, vol. 6, no. 1, 2020, doi: 10.24167/sisforma.v6i2.2240.

[15] Nel, Wognum, et al. “Transdisciplinary systems engineering: implications, challenges and research agenda”. *International Journal of Agile Systems and Management*, 2019, vol. 12, no 1, p. 58-89.

[16] I. Graessler, J. Hentze and C. Oleff, "Systems Engineering competencies in academic education: An industrial survey about skills in Systems Engineering," 2018

13th Annual Conference on System of Systems Engineering (SoSE), Paris, France, 2018, pp. 501-506, doi: 10.1109/SYSESE.2018.8428741.

[17] L. Hickman, S. Thapa, L. Tay, M. Cao, P. Srinivasan, Text preprocessing for text mining in organizational research: Review and recommendations. *Organizational Research Methods*, vol. 25, no 1, p. 114-146, 2022.

[18] Verma, Amit, Kirill M. Yurov, Peggy L. Lane, and Yuliya V. Yurova. "An Investigation of Skill Requirements for Business and Data Analytics Positions: A Content Analysis of Job Advertisements." *Journal of Education for Business* 94, no. 4 (January 1, 2019): 243–50. doi:10.1080/08832323.2018.1520685.

[19] J. Cárdenas, ALIANZA, E. F. I. Descriptive analysis of the vacancy database. Technical report, Universidad del Rosario. Working, paper No. WP2-2020-004, 2020.

[20] A. Segura, Y. Núñez, M. Grijalvo, R. E. González, and I. Martínez, "Decisiones de participación en gamification of learning experiences. para adquisición de competencias blandas". En *Innovaciones metodológicas con TIC en educación*. Dykinson, p. 3511-3528, 2021.

[21] Verma, Amit, Kamal Lamsal, and Payal Verma. "An investigation of skill requirements in artificial intelligence and machine learning job advertisements." *Industry and Higher Education* 36.1, 63-73,2022

[22] S. Fareri, G. Fantoni, F. Chiarello, E. Coli, and A. Binda, "Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining," *Comput Ind*, vol. 118, p. 103222, Jun. 2020, doi: 10.1016/J.COMPIND.2020.103222.

[23] A. Hidayati, E. K. Budiardjo, B. Purwandari, "Hard and soft skills for scrum global software development teams". En *Proceedings of the 3rd International Conference on Software Engineering and Information Management*. p. 110-114, 2020.