

Diagnóstico de Competencias Requeridas para el Ingeniero Industrial, de Acuerdo con las Expectativas de los Empleadores y del Entorno en el 2021-2022

Héctor Jesús Ramírez Mora¹

hector.ramirez@uhispano.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0002-7720-148X>

Universidad Hispanoamericana de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Rosaura Arce Rojas

r.arce@uh.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0003-2748-9152>

Universidad Hispanoamericana de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Esteban Beita Navarro

esteban.beita0046@uhispano.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0003-3558-0554>

Universidad Hispanoamericana de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

RESUMEN

El presente artículo tiene el objetivo de mostrar una actualización sobre la relevancia de las competencias requeridas por la industria del ingeniero industrial recién egresado; para adaptar oportunamente el plan de estudios que hoy ofrece la Universidad Hispanoamericana. Para alcanzar este objetivo se diseñó una metodología donde se prioriza el criterio de los grupos de interés: Empleadores, Docentes, Egresados y Estudiantes. Se diseñó un cuestionario considerando las líneas de investigación de la carrera de Ingeniería Industrial, que se conformaron el año 2018 fundamentando las necesidades del contexto costarricense y la experiencia de los docentes de la carrera. Posteriormente, se aplicó el cuestionario durante las fechas 28 de junio al 30 de julio de 2022. Donde se recolectaron 126 muestras. Como parte de los resultados se destacan 27 competencias subdivididas en la dimensión de Saber Conocer: Calidad (5 ítems), Operaciones industriales (4 ítems), Procesos productivos (6 ítems), Sostenibilidad industrial (1 ítem), Tecnología e innovación educativa (1 ítem); además de la dimensión Saber Hacer (6 ítems) y de la dimensión Saber Ser (4 ítems). Como principal conclusión se determina que a nivel general la dimensión de competencias Saber Hacer es la más relevante para el ingeniero industrial en la industria. En la categoría de adicional de software los de mayor importancia fueron: Hoja de cálculo, Estadístico, Gestor de proyectos, ERP, WMS, BI. Además, el idioma inglés fue elegido de forma unánime como el principal idioma requerido por el ingeniero industrial; y en la pregunta abierta se destaca como habilidad adicional de importancia para el ingeniero industrial aquellas relacionadas con habilidades directivas.

Palabras clave: ingeniería industrial; competencias; acreditación; empleador; estudiante; egresado; docente.

¹ Autor principal

Correspondencia: hector.ramirez@uhispano.ac.cr

Diagnosis Of Competences Required For The Industrial Engineer, According To The Expectations Of Employers And The Environment In 2021-2022

ABSTRACT

The following article aims to show an update on the relevance of the competencies required by the industry of the recently graduated industrial engineer; to detect gaps that allow timely updating or adapting the curriculum offered today by the Hispanoamericana University. To achieve this objective, a methodology was designed where the criteria of the interest groups are prioritized: Employers, Teachers, Graduates and Students. A questionnaire was designed considering the lines of research of the Industrial Engineering career, which were formed in 2018 based on the needs of the Costa Rican context and the experience of the career's teachers. Subsequently, the questionnaire was applied during the dates June 28 to July 30, 2022. Where 126 samples were collected. As part of the results, 27 competencies subdivided into the Knowing Know dimension stand out: Quality (5 items), Industrial operations (4 items), Production processes (6 items), Industrial sustainability (1 item), Educational technology and innovation (1 item); in addition to the Knowing How to Do dimension (6 items) and the Knowing How to Be dimension (4 items). As the main conclusion, it is determined that at a general level the dimension of Know-How competencies is the most relevant for the industrial engineer in the industry. In the additional software category, the most important ones were: Spreadsheet, Statistical, Project Manager, ERP, WMS, BI. Furthermore, the English language was unanimously chosen as the main language required by the industrial engineer; and in the open question, those related to management skills stand out as additional skills of importance for the industrial engineer.

Keywords: industrial engineering; competencies; accreditation; employer; student; graduated; teacher

Artículo recibido 20 noviembre 2023

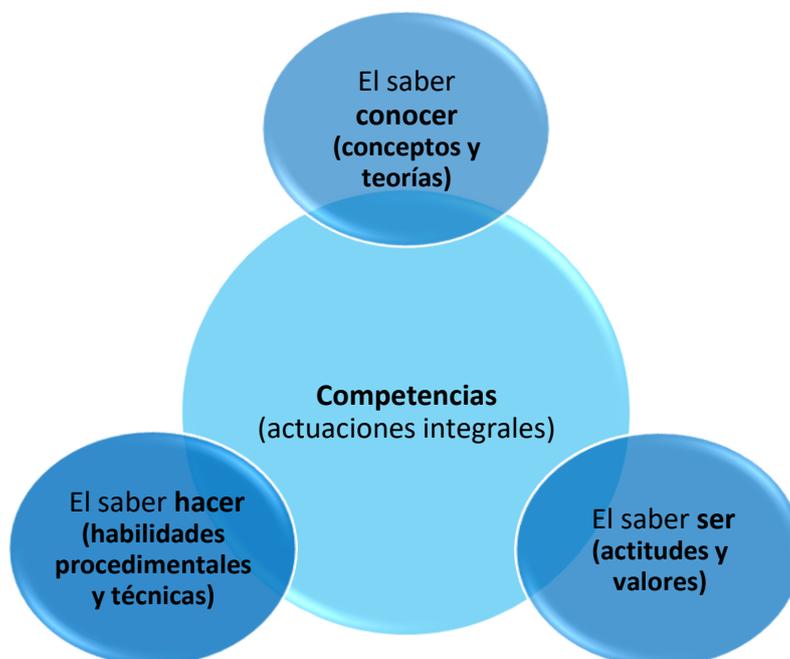
Aceptado para publicación: 27 diciembre 2023

INTRODUCCIÓN

La demostración de las competencias adecuadas en el ambiente laboral representa un reto para todo profesional; este reto se vuelve cada vez más crítico si consideramos la alta intensidad de la competitividad empresarial actual y el amplio desarrollo tecnológico que trae consigo la Industria 4.0; dado que exige la constante adaptación del profesional. Esta adaptación también se extiende en el ámbito educativo con los planes de estudio (González-Hernández et al., 2020, p. 1). En vista de lo anterior, la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, en su compromiso de formar profesionales en ingeniería industrial que tengan las competencias idóneas para su correcto desempeño busca determinar cuáles son las competencias más relevantes en su ejercicio actual.

Para entender cuáles son las competencias más relevantes del ingeniero industrial se debe comenzar por entender el concepto de competencia. Las competencias son actuaciones integrales ante actividades y problemas del contexto, con idoneidad y compromiso ético, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer en una perspectiva de mejora continua (Tobón, 2010, p. 11). Esta definición se aprecia mejor si se observa la Figura 1, donde se muestran las dimensiones relativas a este concepto.

Figura 1 Concepto de competencias desde el enfoque socioformativo. Fuente: (Tobón, 2010, p. 12)



Según Márquez & Díaz (2005), el concepto de competencia implica conjuntamente el desempeño eficiente del trabajador; una conformación psicológica compleja, que implica componentes

motivacionales y afectivos del sujeto, pero al mismo tiempo este profesional debe desarrollar conocimientos, procedimientos y actitudes requeridos para ocupar el espacio que le corresponde en la sociedad.

En otra definición del concepto se menciona que las competencias laborales permiten un desempeño exitoso en una labor o profesión al armonizar efectivamente los conocimientos, las aptitudes, las habilidades, los valores y las actitudes en un espacio determinado (Schery, 2018, p. 1). También, López et al. (2014, p. 4), menciona que una competencia representa un conjunto de atributos que una persona posee y le permiten desarrollar una acción efectiva en determinado ámbito; es la interacción armoniosa de las habilidades, conocimientos, valores, motivaciones, rasgos de personalidad y aptitudes propias de cada persona que determinan el comportamiento que conduce al logro de los objetivos para alcanzar

Por su parte el Acuerdo de Washington de la Alianza Mundial de la Ingeniería-IEA, conocido como Washington Accord (WA), ente que dicta el estándar de reconocimiento de formación en ingeniería; a través del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA), ente rector de las carreras profesionales que se encuentra en el área de arquitectura y de ingeniería; con la Agencia de Acreditación de programas de Ingeniería y de Arquitectura (AAPIA); establece el concepto de atributos de los graduados y los define como un conjunto de resultados individuales evaluables, que son los componentes indicativos del potencial del graduado para adquirir la competencia para la práctica profesional (AAPIA, 2018). Estos atributos a nivel de aplicación metodológica se diferencian de las competencias; dado que los atributos son el resultado de la identificación de las capacidades que caracterizan la actuación de los graduados que son logrados durante el proceso formativo del profesional y las competencias representan el producto final del ejercicio profesional (AAPIA, 2018).

En virtud de las definiciones anteriores se debe entender que el concepto de competencia no es un concepto puntual y más bien abarca una serie de habilidades, actitudes, valores, conceptos, entre otros. Adicionalmente, si bien se entiende por lo expresado en el párrafo anterior, la diferencia que existe entre los atributos de los graduados y las competencias; es importante mencionar que para efectos del presente estudio estos atributos se consideraran como competencias, es decir, como una capacidad o habilidad que el profesional debe mostrar en el ejercicio de su función en el área laboral. El objetivo del presente estudio es priorizar entre las competencias asociadas al profesional en ingeniería industrial de forma que

se puedan extraer conclusiones que puedan justificar nuevas actualizaciones en los planes de estudios de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana.

METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo del estudio descrito anteriormente. Se diseñó un cuestionario con 87 ítems (86 de preguntas cerradas y 1 de pregunta abierta) y tres secciones: Saber Conocer, Saber Hacer y Saber Ser; y adicionalmente se agregaron tres secciones con la finalidad de obtener ejemplos de software, idiomas u otras habilidades que por alguna razón no se hubiera contemplado previamente en el cuestionario.

Para establecer las competencias asociadas a la dimensión de Saber Conocer; se consideraron las líneas de investigación establecidas para la Escuela de Ingeniería Industrial, dado que estas líneas se alinean a temáticas específicas de cursos de la carrera (conceptos y teorías); estas líneas fueron definidas considerando las necesidades del contexto costarricense y la experticia e intereses de los docentes de la carrera según la Política de Institucional de Investigación de la Universidad Hispanoamericana (2018). Así la dimensión de Saber Conocer se observa en la Tabla 1 con 57 ítems haciendo una división adicional por categoría de la siguiente forma: Administración industrial (8 ítems), Calidad (7 ítems), Gestión tecnológica (7 ítems), Sostenibilidad industrial (12 ítems), Procesos de producción (6 ítems), Operaciones industriales (9 ítems) y Tecnología e innovación educativa (8 ítems).

Tabla 1 Ítems de la Dimensión Saber Conocer

#	Competencia (Línea de investigación / Categoría)	de Variable Respuesta
1	3. Administración industrial	3.1 Gestión de recursos humanos
2		3.2 Ingeniería comercial
3		3.3 Sistemas de ventas
4		3.4 Comercialización
5		3.5 Mercadotecnia industrial
6		3.6 Soluciones de soporte en sistemas, comunicaciones o informática
7		3.7 Gestión contable y financiera
8		3.8 Administración de presupuestos
9	4. Calidad	4.1 Control de calidad
10		4.2 Confiabilidad
11		4.3 Metrología

# Item	Competencia investigación / Categoría)	(Línea de Variable Respuesta
12		4.4 Estadística
13		4.5 Diseño de experimentos
14		4.6 Sistemas de gestión de calidad
15		4.7 Normalización de procesos
16	5. Gestión tecnológica	5.1 Gestión de procesos integrados de diseño y manufactura utilizando sistemas computacionales
17		5.2 Aplicaciones informáticas como soporte en los procesos industriales
18		5.3 Innovación tecnológica en productos industriales
19		5.4 Gestión de la innovación
20		5.5 Investigación y desarrollo de productos y servicios
21		5.6 Simulación de procesos
22		5.7 Soluciones con técnicas o inteligencia artificial
23	6. Sostenibilidad industrial	6.1 Sistemas de gestión y producción
24		6.2 Movilidad
25		6.3 Uso eficiente de la energía
26		6.4 Antropometría
27		6.5 Ergonomía
28		6.6 Higiene industrial
29		6.7 Prevención de accidentes y lesiones
30		6.8 Salud ocupacional
31		6.9 Optimización de energía en procesos industriales
32		6.10 Producción mas limpia
33		6.11 Ecología industrial
34		6.12 Protección ambiental y gestión de residuos
35	7. Procesos de producción	7.1 Gestión de cadena de suministro
36		7.2 Gestión de almacenamiento, inventario y distribución
37		7.3 Logística de abastecimiento, operaciones, proyectos y de residuos
38		7.4 Formulación de proyectos
39		7.5 Gestión de proyectos
40		7.6 Evaluación de proyectos

# Item	Competencia investigación / Categoría)	(Línea de	Variable Respuesta
41	8. Operaciones industriales		8.1 Optimización de operaciones y procesos
42			8.2 Programación de rutas y transportes
43			8.3 Localización de instalaciones
44			8.4 Diseño de instalaciones industriales
45			8.5 Diseño de puestos de trabajo
46			8.6 Análisis de tiempos y movimientos
47			8.7 Análisis de procesos y operaciones industriales
48			8.8 Gestión de la productividad
49			8.9 Ingeniería de valor agregado
50	9. Tecnología e innovación educativa		9.1 Área de formación del ingeniero
51			9.2 Habilidades blandas
52			9.3 Habilidades duras
53			9.4 Infraestructura y equipamiento en la enseñanza
54			9.5 Estrategias de enseñanza -aprendizaje
55			9.6 Estrategias de evaluación
56			9.7 TICS en la enseñanza aprendizaje
57			9.8 Formulación y actualización de planes de estudio

Para establecer las competencias asociadas a la dimensión de Saber Hacer y Saber Ser; se consideraron los doce atributos de los graduados establecidos por el Acuerdo de Washington (recordar por la justificación de la introducción estos atributos serán considerados como competencias) y el criterio profesional del equipo de trabajo para poder clasificar cada uno de los doce atributos según la dimensión en la cual se considere una mejor adecuación. En seguida en la Tabla 2 se presentan estos atributos de los graduados de ingeniería industrial y su relación con su dimensión de competencia respectiva según el criterio de los autores del presente artículo.

Tabla 2 Atributos de los graduados según su dimensión de competencias

Atributos de los graduados	Ser (Actitudes valores)	Hacer (Habilidades y procedimentales y técnicas)
Conocimientos de Ingeniería		●
Análisis de problemas		●

Atributos de los graduados	Ser (Actitudes valores)	Hacer y(Habilidades técnicas)	procedimentales y
Diseño/desarrollo de soluciones		●	
Investigación		●	
Utilización de herramientas modernas de ingeniería		●	
La ingeniería y la sociedad	●		
Medio ambiente y sostenibilidad	●		
Ética y equidad	●		
Trabajo individual y en equipo	●		
Comunicación	●		
Administración de proyectos y finanzas		●	
Aprendizaje a lo largo de la vida	●		

En función de la clasificación mostrada en la Tabla 2. A continuación, se presentan los siguientes ítems para la Dimensión Saber Hacer, con 6 ítems (Tabla 3) y la Dimensión Saber Ser, con 6 ítems (Tabla 4)

Tabla 3 Ítems de la Dimensión Saber Hacer

# Ítem	Variable respuesta
58	10.1 Conocimientos de ingeniería
59	10.2 Análisis de problemas
60	10.3 Diseño/ Desarrollo de soluciones
61	10.4 Investigación
62	10.5 Utilización de herramientas modernas de ingeniería
68	10.11 Administración de proyectos y finanzas

Tabla 3 Ítems de la Dimensión Saber Ser

# Ítem	Variable respuesta
63	10.6 Ingeniería y Sociedad
64	10.7 Medio ambiente y sostenibilidad
65	10.8 Ética y equidad
66	10.9 Trabajo individual y en equipo

# Item	Variable respuesta
67	10.10 Comunicación
69	10.12 Aprendizaje a lo largo de la vida

Como parte de los 86 ítems cerrados y con motivo de especificar o ilustrar de mejor manera la respuesta de los evaluadores, se establecieron dos categorías adicionales: Software e Idiomas. A continuación, en la Tabla 5 se presentan los ítems asociados al Software las cuales fueron definidos mediante el estudio de ofertas laborales para el ingeniero industrial.

Tabla 4 Ítems Categoría Software

# Item	Variable respuesta
70	11.1 Estadístico
71	11.2 Modelador de procesos
72	11.3 Hoja de cálculo
73	11.4 Gestor de proyectos
74	11.5 Sistemas de planificación de recursos (ERP)
75	11.6 Sistemas de gestión de inventarios (WMS)
76	11.7 Gestor relacional con el cliente (CRM)
77	11.8 Controlador lógico Programable (PLC)
78	11.9 Inteligencia de negocios (BI)
79	11.10 Diseño asistido por computadora (CAD)
80	11.11 Gestor de bases de datos (SGBD)

Con respecto a la categoría Idiomas en la Tabla 6 se presentan los ítems asociados a este.

Tabla 5 Ítems Categoría Idiomas

# Item	Variable respuesta
81	12.1 Ingles
82	12.2 Portugues
83	12.3 Francés
84	12.4 Alemán
85	12.5 Mandarín

# Item	Variable respuesta
86	12.6 Italiano

Finalmente, como último ítem se le consultó en forma de pregunta abierta al evaluador si considera que existe alguna competencia que el ingeniero industrial recién graduado debía cumplir y en caso afirmativo que la mencione (ítem 87). Adicionalmente, como parte del Diseño del cuestionario, se establecieron los grupos de interés a los cuales se le desea conocer su criterio en relación de las competencias del ingeniero industrial recién graduado de la universidad Tabla 7.

Tabla 6 Descripción de los grupos de interés

Grupo de interés	Descripción
Estudiantes	Se refiere a los estudiantes activos que se encuentran cursando la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana y que han tenido experiencia laboral en actividades asociadas a la carrera
Docentes	Se refiere al cuerpo de docentes activos en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana
Egresados	Se refiere a los estudiantes graduados de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana desde el año 2013
Empleadores	Se refiere a los contactos cercanos a la unidad administrativa de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana que ocupan cargos de mando o relativos a la contratación del ingeniero industrial recién graduado

Seguidamente con la información definida anteriormente, se procedió utilizar el programa Google Forms para el diseño virtual del cuestionario. Los primeros ítems fueron para Identificar al evaluador, así, en primera instancia el evaluador debía ingresar su correo electrónico e indicar a que grupo de estudio pertenece (Empleador, Docentes, Egresado, Estudiante) y finalmente solamente para el grupo de Estudiante se le consultó si contaba con experiencia laboral relacionada a la carrera de ingeniería industrial. Para cada ítem desde el ítem 1 hasta el ítem 86, el evaluador debía responder por cada ítem (pregunta cerrada) según dimensión de competencia, el nivel de importancia, según su conocimiento y utilizando la escala de calificación de Likert con cuatro alternativas según se observa en la Tabla 8.

Tabla 8 Escala Likert de calificación para cada variable respuesta

No es importante	Poco importante	Muy importante	Bastante importante
1	2	3	4

Según lo mostrado en la Tabla 8 se establece que la calificación más alta es la de Bastante importante (4) y la menos calificación es la de No es importante (1). Cabe destacar que el valor de la calificación represente un valor de tipo ordinal. Posteriormente, una vez diseñado el cuestionario, se procedió a validarlo. Para ello se escogieron a diez docentes al azar para que completaran el cuestionario, con el objetivo de validar aspectos de contenido, forma y de funcionamiento general del formulario, así como su reporte en una hoja de cálculo, previo a la aplicación definitiva. Adicionalmente, con los resultados obtenidos se calculó el coeficiente llamado Alpha de Cronbach general (0.964). Como parte del resultado general se obtiene un valor de 0.964 lo cual indica que la consistencia interna de la escala es alta, por su cercanía con el valor 1 (Sampieri, 2018).

A continuación, se definió el tamaño de muestra por grupo de interés. Así, se estableció un marco muestral con representación de cada uno de los grupos de interés, para ello se utilizaron las bases de datos que ha recopilado el área administrativa de la escuela de ingeniería industrial donde se cuenta con los correos electrónicos de los evaluadores. Con la información anterior y conociendo que el evento de interés es determinar aquellas competencias que se encuentran en la escala de calificación de Likert mayor a 3 (Muy importante), se establecieron las proporciones de p (mayor a 3) y de q (menor a 3) con los datos tomados de la prueba piloto del punto anterior para la validación del cuestionario, dado que no se cuenta información histórica. Posteriormente con el margen de error inicial del 10% y con un nivel de confianza del 95% (estadístico valor estándar de z de 1.96), se calculó el tamaño de muestra. En la Tabla 9 se muestran los resultados para cada uno de los grupos de interés o de estudio ajustada ya con los datos actualizados según las encuestas recibidas luego de ser aplicada, por lo tanto, el rubro de tamaño de muestra calculado corresponde al número total de encuestas que se obtuvieron.

Tabla 7 Resumen del cálculo del tamaño de muestra ajustado

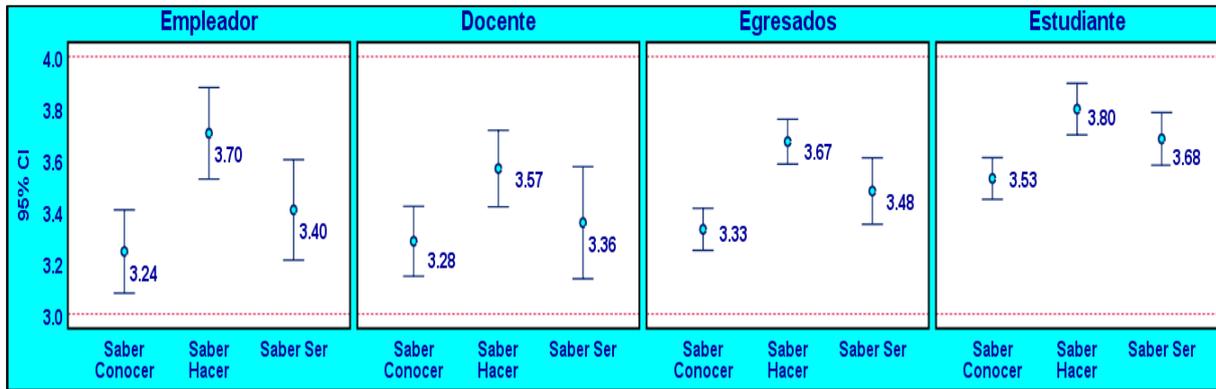
Rubro	Empleadores	Docentes	Egresados	Estudiantes
Tamaño de la población	64	31	758	126
Proporción mayor a 3 (p)	0.86	0.87	0.88	0.97
Proporción menor a 3 (q)	0.14	0.13	0.12	0.03
Margen de error (d)	16%	7%	8.50%	5%
Valor de la normal estándar (z)- 95% confianza (A los resultados de cada ítem se le realizó una prueba de bondad de ajuste para la distribución normal y se confirmó que su comportamiento es de esta distribución).	1.96	1.96	1.96	1.96
Tamaño de muestra inicial -Corrección por finito (No)	18	87	57	51
La fórmula utilizada fue la siguiente:				
$n_0 = \frac{z^2 * p * q}{d^2}$				
Tamaño de muestra calculado	16	19	46	33
La fórmula utilizada fue la siguiente:				
$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$				
Muestras recolectadas	10	23	53	36

Finalmente, para la aplicación del instrumento o cuestionario se utilizó un muestreo simple aleatorio para cada grupo de estudio (Peña, 2014, pp. 260–261). El punto de contacto fue por medio del correo electrónico. El tiempo de aplicación fue de 28 de junio al 30 de julio del año 2022, durante ese tiempo se realizaron dos recordatorios. Con los datos recolectados se realizaron cálculos estadísticos descriptivos para cada uno de los ítems del cuestionario. Posteriormente se efectuaron agrupaciones según la dimensión de competencia y el grupo de población correspondiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En secciones anteriores se mencionó que las competencias de un profesional se deben identificar en tres dimensiones: Saber Conocer, Saber Hacer y Saber Ser. En la Figura 2 se presenta el resultado que revela el nivel de importancia que brinda cada uno de los grupos en estudio en las dimensiones señaladas anteriormente.

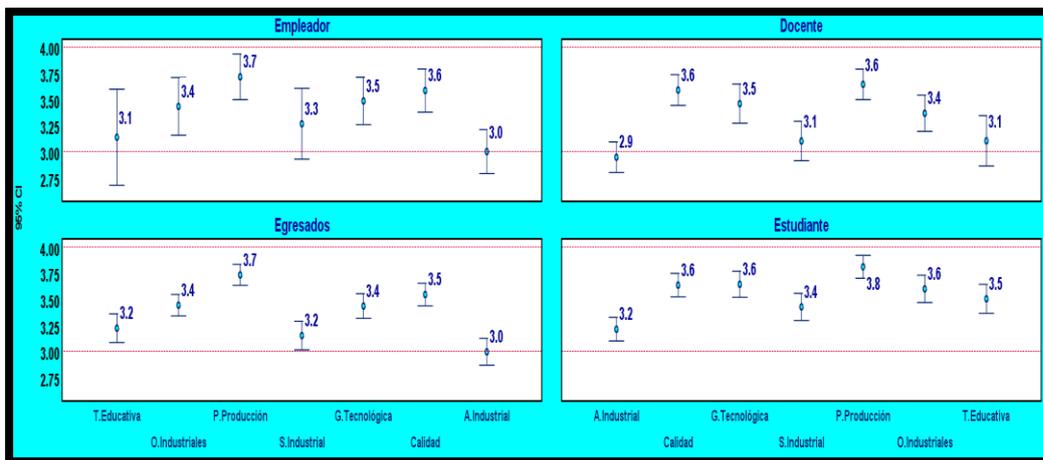
Figura 2 Resultados según dimensión de competencias y grupo de población



De la Figura 2 se establece que para los cuatro grupos en estudio las dimensiones de la competencia se encuentran en el rango de la escala más alta, es decir, se encuentran dentro de la escala de calificación, Muy importante y Bastante importante (en medio de las líneas rojas punteadas). Así mismo, como primera impresión se observa que la dimensión Saber Hacer es la que se considera la más relevante, seguidamente de la dimensión Saber Ser y luego de Saber Conocer.

Con respecto a la dimensión Saber Conocer se establecieron siete categorías que la componen (Tabla 1). Así en la Figura 3 se muestran los resultados específicos para esta dimensión con sus categorías.

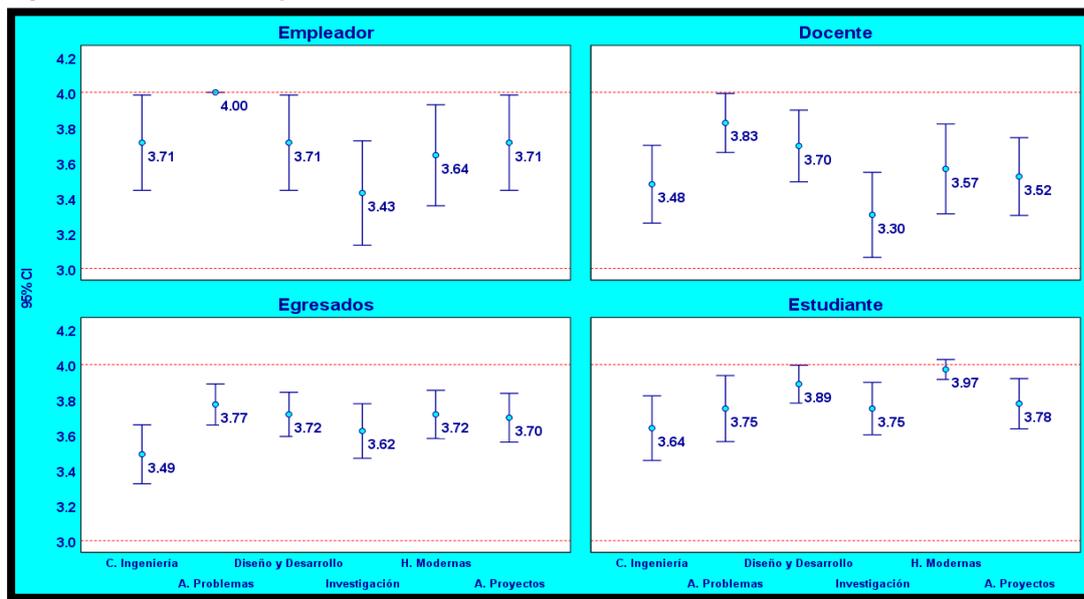
Figura 3 Resultados según dimensión Saber Conocer



De la Figura 3 se establece que para los cuatro grupos en estudio las categorías de la competencia se encuentran en el rango de la escala más alta, es decir, se encuentran dentro de la escala de calificación, Muy importante y Bastante importante (en medio de las líneas rojas punteadas), a excepción de la categoría de Administración industrial para los grupos de Empleador, Docente y Egresados. Así mismo,

como primera impresión se observa que para los cuatro grupos de estudio la categoría más importante es la de Procesos de Producción y la de menor importancia es la categoría de Administración industrial. Con respecto a la dimensión Saber Hacer se establecieron seis categorías que la componen (Tabla 3). Así en la Figura 4 se muestran los resultados específicos para esta dimensión con sus categorías.

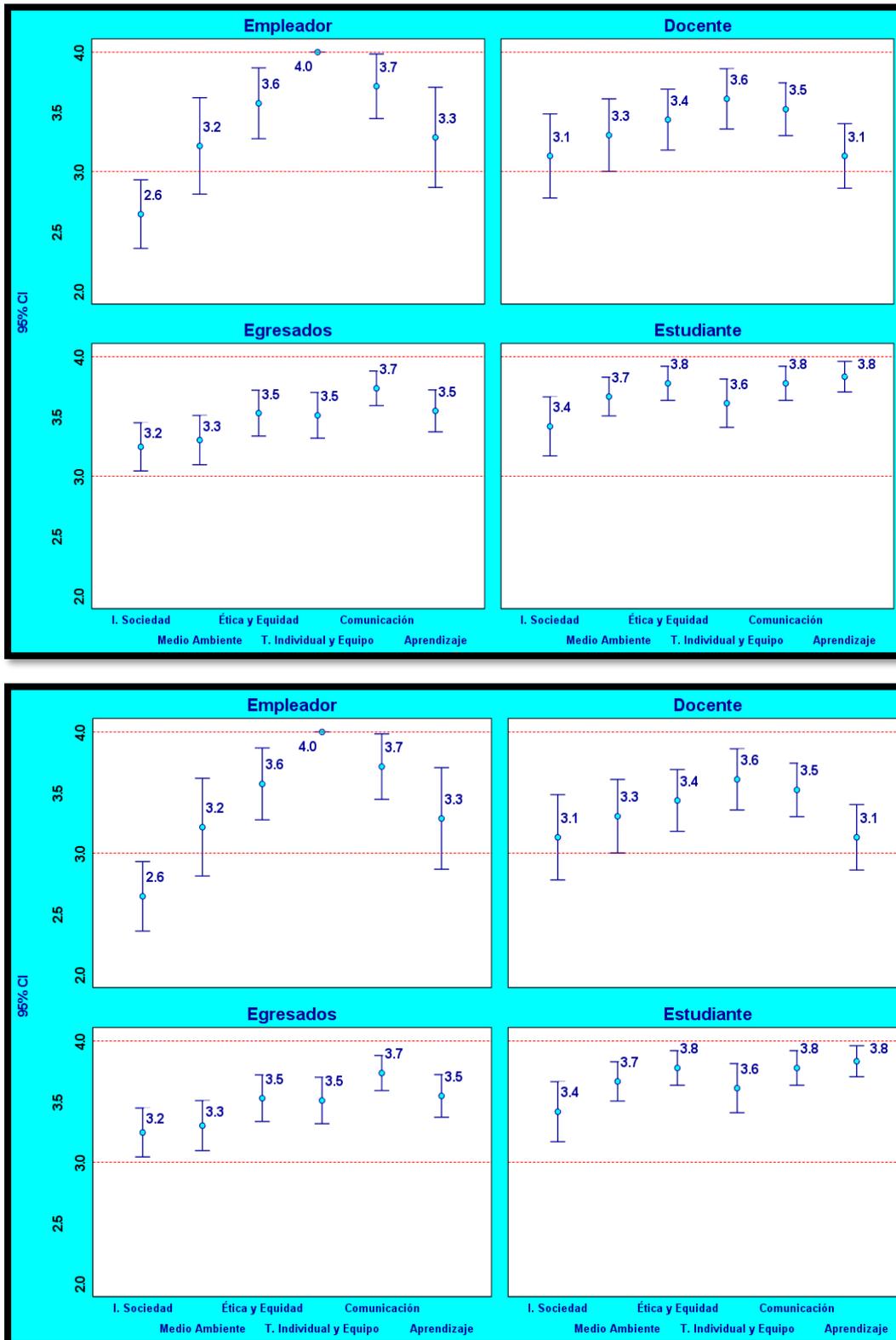
Figura 4 Resultados según dimensión Saber Hacer



De la Figura 4 se establece como primera impresión que todas de las categorías se encuentran en el rango de mayor relevancia (dentro de los ejes de la línea punteada de color rojo). Sí se observa discriminación entre los grupos de estudio de Empleador y Estudiante, sin embargo, no se observa discriminación en el grupo de Docente y Egresado. Si se consideran las temáticas que tienen mayor calificación medio, se establece que, para el Empleador, Docente y Egresado, el Análisis de problemas es la categoría de mayor relevancia. Mientras que, para el Estudiante, el Diseño y Desarrollo de Soluciones es la de mayor importancia.

Con respecto a la dimensión Saber Ser se establecieron seis categorías que la componen (Tabla 4). Así en la Figura se muestran los resultados específicos para esta dimensión con sus categorías.

Figura 5 Resultados según dimensión Saber Ser

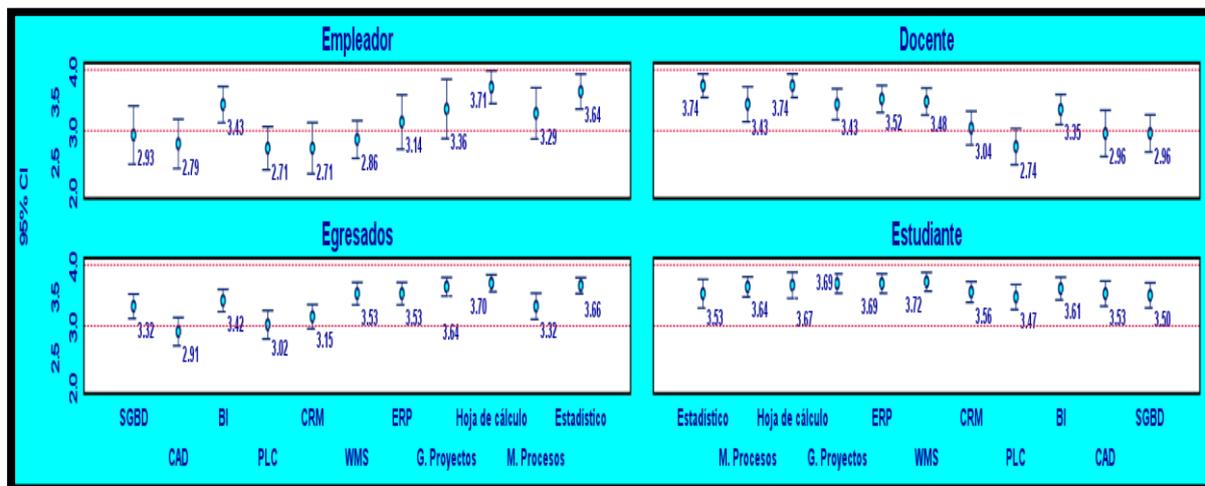


De la Figura se establece como primera impresión que la mayoría de las categorías se encuentran en el rango de mayor relevancia (dentro de los ejes de la línea punteada de color rojo). Si se observa discriminación entre los grupos de estudio, a excepción del grupo Docente. Si se consideran las

temáticas que tienen mayor calificación medio, se establece que, para el Empleador y Docente, la categoría más relevante es el Trabajo en Equipo e Individual. Para el Egresado y Estudiante, la categoría más importante es la Comunicación.

Con respecto a la categoría adicional de Software se establecieron once categorías que la componen (Tabla 5). Así en la Figura 5 se muestran los resultados específicos para esta dimensión con sus categorías.

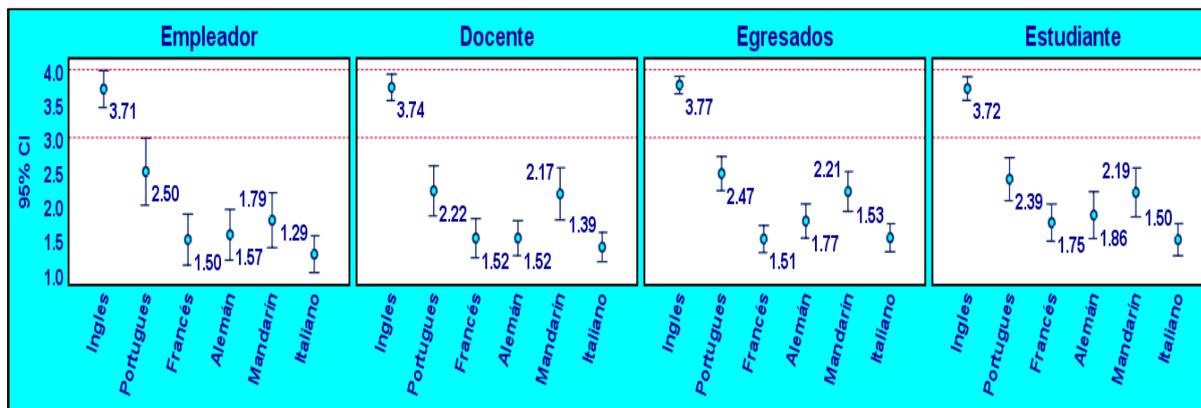
Figura 6 Resultados según Software



De la Figura 5 se establece como primera impresión que la mayoría de las categorías se encuentran en el rango de mayor relevancia (dentro de los ejes de la línea punteada de color rojo). Sí se observa discriminación entre los grupos de estudio, a excepción del grupo Estudiante. Si se consideran las temáticas que tienen mayor calificación medio, se establece que para el Empleador y Egresado, la Hoja de cálculo es la que tiene mayor relevancia. Para el Docente, la Hoja de cálculo y el Software Estadístico es el más importante. Para el Estudiante, es el software para gestionar Proyectos el más relevante.

Con respecto categoría adicional de Idiomas se establecieron seis categorías que la componen (Tabla 6). En la Figura 6 se muestran los resultados específicos para esta dimensión con sus categorías.

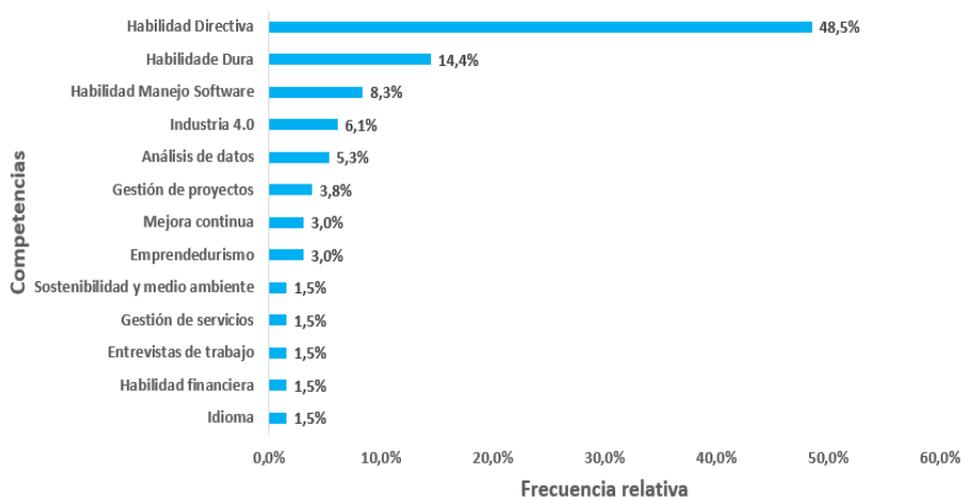
Figura 7 Resultados según Idioma



De la Figura 6 se establece como primera impresión que solamente el idioma inglés se encuentra en el rango de mayor relevancia (dentro de los ejes de la línea punteada de color rojo). Si se observa discriminación entre los grupos de estudio. Si se consideran las temáticas que tienen mayor calificación medio, se establece que el idioma inglés es el de mayor relevancia.

Con respecto a los resultados de la pregunta abierta, de todas las personas que realizaron la encuesta se recibieron 169 comentarios, especificando sobre otras competencias que deben considerarse como parte de la formación de un ingeniero industrial y que no fueron cubiertos en la encuesta como parte de las preguntas cerradas. Cabe destacar que un 22% de los comentarios indicaban que ya habían sido cubiertas en el cuestionario. Y el resto de los comentarios fueron clasificados y presentados en la Figura 7, la cual se presenta a continuación.

Figura 8 Resumen de resultados de la pregunta abierta



De la Figura 8 se aprecia un interés especial para desarrollar habilidades de tipo directivas (48%), algunos comentarios mencionaron ejemplos como: Liderazgo, toma de decisiones, manejo de conflictos, manejo de personal, manejo de presión, argumentación, adaptación al cambio, enfoque a resultados; entre otros. En segundo lugar, muy distante del primero, se mencionaron habilidades duras (14%) muy específicas, algunos comentarios mencionaron ejemplos como: Gestión de control interno, kpis, administración pública, gestión estratégica de la empresa; entre otros. Con respecto a las siguientes competencias, en tercer, lugar se menciona la habilidad de manejo de software (8%), en los cuales algunos comentarios se mencionaron algunos incluidos en los tipos de software mencionados en la Tabla 4; en el cuarto lugar (6%), se menciona el alineamiento a la Industria 4.0, incluyendo los siguientes: Internet de las cosas, Tecnología de información, Automatización , Robótica, Inteligencia artificial, Transformación digital. En el quinto lugar, se mencionan el análisis de datos en general y el Big Data. Luego lo siguientes competencias, en un porcentaje menor se muestran: Gestión de proyectos (4%), Mejora continua (3%), Emprendedurismo (3%), Entrevistas de trabajo (2%), Gestión de servicios (2%), Habilidad financiera (2%), Sostenibilidad y medio ambiente (2%) y el Idioma (2%).

DISCUSIÓN

Para confirmar la observación mostrada en la Figura 2 se procede a realizar un análisis de varianza y a comparar sus medias mediante la prueba de Tukey con un nivel del 95% de confianza (Pulido & Salazar, 2012, pp. 76–77); los resultados se encuentran en la Tabla 10.

Tabla 10 Comparación de medias según dimensión de competencia y grupo de población

Grupo en estudio	Saber Conocer	Saber Hacer	Saber Ser
Empleador	3.24 (B)	3.70(A)	3.40 (B)
Docente	3.28 (B)	3.57 (A)	3.36 (AB)
Egresado	3.33 (B)	3.67 (A)	3.48 (B)
Estudiante	3.53 (B)	3.80 (A)	3.68 (AB)
General	3.37 (C)	3.69 (A)	3.51 (B)

Como se puede apreciar de la Tabla 10 se analiza que existen diferencias significativas entre las calificaciones de las dimensiones de la competencia según el grupo evaluador, ya que se conforman diferentes grupos, señalados con las letras A y B. Así, en la Dimensión Saber Conocer, el grupo de

Estudiantes posee las calificaciones más altas (Grupo A) y en un segundo nivel de calificación se encuentran los grupos de Egresados, Docentes y Empleador cuyas medias son significativamente iguales (Grupo B). Con la dimensión Saber Hacer y Saber Ser, el grupo de Estudiantes posee las calificaciones más altas (Grupo A), en un segundo nivel de calificaciones se encuentra al grupo de Docentes (Grupo B), en un nivel intermedio se encuentran las calificaciones del grupo Empleador y de Egresado ya que podrían formar parte de ambos grupos (Grupo AB). Por lo tanto, se confirma observación inicial de que la dimensión de competencia Saber Hacer es la mejor calificada, es decir, es la competencia de mayor relevancia, seguida de Saber Ser y luego Saber Conocer. Además, a nivel de los grupos de estudio, los Estudiantes brindan las calificaciones más altas en comparación con los otros grupos de estudio. El grupo de Docente brinda las calificaciones más bajas en comparación con los otros grupos de estudio. Los grupos de Empleadores y Egresados tienden a brindar calificaciones similares.

Para confirmar la observación mostrada en la Figura 3 se procede a realizar un análisis de varianza y a comparar sus medias mediante la prueba de Tukey con un nivel del 95% de confianza; los resultados se encuentran en la Tabla 11.

Tabla 11 Comparación de medias según calificaciones según dimensión de competencia y grupo de población (Saber Conocer)

Grupo en estudio	Procesos de Producción	Calidad	Tecnología e Administración industrial				
			Operaciones Industriales	Gestión Tecnológica	Sostenibilidad Industrial	Tecnología e innovación Educativa	Administración industrial
Empleador	3.73 (A)	3.45 (AB)	3.37(AB)	3.29 (AB)	3.13(BC)	2.99 (BC)	2.94 (C)
Docente	3.64 (A)	3.59 (A)	3.37 (AB)	3.46 (AB)	3.10 (BC)	3.10 (BC)	2.94 (C)
Egresado	3.73 (A)	3.54 (AB)	3.44 (BC)	3.43 (BC)	3.15 (D)	3.22 (CD)	2.99 (D)
Estudiante	3.81 (A)	3.63 (AB)	3.60 (AB)	3.64 (AB)	3.43(BC)	3.51 (B)	3.21 (C)
General	3.74 (A)	3.57 (B)	3.47 (B)	3.48 (B)	3.22 (C)	3.26 (C)	3.04 (D)

Como se puede apreciar de la Tabla 11 se analiza que existen diferencias significativas entre las calificaciones de las categorías de esta dimensión de Saber Conocer, ya que se conforman diferentes grupos, señalados con las letras A, B, C y D. Así, en la categoría de Procesos de Producción se encuentran las calificaciones más altas de todos los grupos en estudio y únicamente igualada por la

categoría Calidad por el grupo de Docente. Además, la categoría de Administración Industrial se encuentran las calificaciones más bajas de los grupos en estudio. Comparativamente, tanto para el Empleador como para el Docente y el Estudiante las categorías Procesos de Producción, Calidad, Operaciones Industriales y Gestión Tecnológica poseen las calificaciones más altas en un solo grupo A, por lo que poseen mayor importancia. Solamente en el grupo de estudio del Egresado las competencias de mayor relevancia se encuentran en las categorías de Procesos de Producción y de Calidad. A continuación, se presentan algunos hallazgos de importancia con respecto a las competencias evaluadas en cada categoría de la Dimensión Saber Conocer:

Administración industrial: en la temática Administración de presupuestos se encuentran las calificaciones más altas y aquellas temáticas relacionadas con la parte comercial o de ventas en la empresa (Ingeniería Comercial, Sistemas de ventas, Comercialización) son las que poseen las menores. Comparativamente, para el Empleador tiene mayor relevancia las Soluciones en soporte en sistemas, comunicaciones o informática, Gestión de Recursos humanos, Administración de presupuestos y la Gestión contable y financiera. Para el Docente, tienen mayor relevancia todas las temáticas a excepción del Sistema de ventas. Para el Egresado, son de mayor importancia la Gestión contable y financiera y la Administración de presupuestos. Para el Estudiante son de mayor importancia todas las temáticas a excepción de aquellas relacionadas con la parte comercial ya mencionadas en el párrafo anterior.

Calidad: existen diferencias significativas entre las calificaciones de las temáticas, ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A, B, C, D. De esta forma, la mayoría de las temáticas son relevantes para todos los grupos de estudio, a excepción de la temática de Metrología para los grupos de Empleador, Docente y Egresado; y Diseño de experimentos para el Egresado. A nivel general, el resultado de la temática Confiabilidad se encuentran en un nivel medio de calificación.

Gestión tecnológica y procesos de producción: no existen diferencias significativas entre las calificaciones de las temáticas, ya que no se conforman diferentes grupos señalados, solamente se observa un único grupo con la letra A, lo cual demuestra uniformidad de las calificaciones indistintamente el grupo de Estudio. De esta forma y considerando que todas las calificaciones se encuentran en el rango relevante. Se concluye que estas temáticas son igualmente relevantes como competencias del Ingeniero Industrial.

Sostenibilidad industrial: existen diferencias significativas entre las calificaciones de las temáticas, ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A, B, C, D. De esta forma, la mayoría de las temáticas son relevantes para todos los grupos de estudio, a excepción de la temática de Antropometría para todos los grupos de estudio; la Movilidad e Higiene Industrial para el Docente. En un nivel intermedio de calificación se tiene la Movilidad y la Ergonomía para el Egresado.

Operaciones industriales: existen diferencias significativas entre las calificaciones de las temáticas para el Empleador, Docente y Egresado, ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A,B,C e inclusive en el análisis general se incluye una distinción de tres grupos adicionales con las letras D,E y F. únicamente el grupo de Estudiante no presenta diferencias significativas entre sus calificaciones dado que solamente conforma un único grupo con la letra A, lo cual demuestra uniformidad de sus calificaciones, por lo tanto, para este grupo de Estudio todas las temáticas tienen igualdad de relevancia. En cuanto el resultado general, las temáticas más relevantes son: Optimización, Gestión de la productividad, Análisis de procesos y Análisis de tiempos y movimientos. Mientras que las de menor calificación son: Programación de Rutas, Localización de instalaciones, Diseño de instalaciones, Diseño de puestos de trabajo.

Tecnología e innovación educativa: existen diferencias significativas entre las calificaciones de las temáticas para el Empleador y el Egresado, ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A, B y específicamente para el Egresado, un grupo adicional, representado con la letra C. Para el caso de los grupos de Docente y Estudiante, no se presentan diferencias significativas entre sus calificaciones dado que solamente conforma un único grupo con la letra A, lo cual demuestra uniformidad de sus calificaciones, por lo tanto, para estos grupos de Estudio todas las temáticas tienen igualdad de relevancia. A nivel general, las temáticas más relevantes son las Habilidades blandas, Área de formación y Habilidades duras.

Para confirmar la observación mostrada en la Figura 4 se procede a realizar un análisis de varianza y a comparar sus medias mediante la prueba de Tukey con un nivel del 95% de confianza; los resultados se encuentran en la Tabla 12.

Tabla 12 Comparación de medias según calificaciones según dimensión de competencia y grupo de población (Saber Hacer)

Grupo en estudio	Conocimiento de ingeniería	Análisis de problemas	Diseño y Desarrollo de Soluciones	Investigación	Herramientas modernas	Administración Proyectos y finanzas
Empleador	3.71 (AB)	4.00 (A)	3.71 (AB)	3.43 (B)	3.65 (AB)	3.71 (AB)
Docente	3.48 (AB)	3.83 (A)	3.70 (AB)	3.30 (AB)	3.57 (AB)	3.52 (AB)
Egresado	3.49 (A)	3.78 (A)	3.72 (A)	3.62(A)	3.72 (A)	3.70 (A)
Estudiante	3.64 (B)	3.75 (AB)	3.89 (AB)	3.75 (AB)	3.97 (A)	3.78 (AB)
General	3.56 (C)	3.80 (A)	3.76 (A)	3.58 (BC)	3.75 (AB)	3.69 (ABC)

De la Tabla 12 se analiza que existen diferencias significativas entre las calificaciones de las temáticas para el Empleador y el Estudiante, ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A y B. Para el caso de los grupos de Docente y Egresado, no se presentan diferencias significativas entre sus calificaciones dado que solamente conforma un único grupo con la letra A, lo cual demuestra uniformidad de sus calificaciones, por lo tanto, para estos grupos de Estudio todas las temáticas tienen igualdad de relevancia. A nivel general, las temáticas más relevantes son las Análisis de problemas, Diseño y Desarrollo de Soluciones, Herramientas modernas y Administración de Proyectos y finanzas. Para confirmar la observación mostrada en la Figura se procede a realizar un análisis de varianza y a comparar sus medias mediante la prueba de Tukey con un nivel del 95% de confianza; los resultados se encuentran en la Tabla 13.

Tabla 13 Comparación de medias según calificaciones según dimensión de competencia y grupo de población (Saber Ser)

Grupo en estudio	Ingeniería sociedad	Medio ambiente	Ética y equidad	Trabajo individual y equipo	Comunicación	Aprendizaje
Empleador	2.65 (C)	3.21 (BC)	3.57 (AB)	4.00 (A)	3.71 (AB)	3.29 (B)
Docente	3.13 (A)	3.30 (A)	3.44 (A)	3.61 (A)	3.52 (A)	3.13 (A)
Egresado	3.25 (B)	3.30 (B)	3.53 (AB)	3.51 (AB)	3.76 (A)	3.55 (AB)
Estudiante	3.42 (B)	3.67 (AB)	3.78 (A)	3.61 (A)	3.78 (A)	3.84 (A)
General	3.21 (C)	3.40 (BC)	3.58 (AB)	3.61 (AB)	3.71 (A)	3.53 (AB)

De la Tabla 13 se analiza que existen diferencias significativas entre las calificaciones de las temáticas para el Empleador, Egresado y Estudiante, ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A y B; y para el Empleador tiene un grupo adicional representado con la letra C. Para el caso del Docente, no se presentan diferencias significativas entre sus calificaciones dado que solamente conforma un único grupo con la letra A, lo cual demuestra uniformidad de sus calificaciones, por lo tanto, para este grupo de Estudio todas las categorías tienen igualdad de relevancia. A nivel general, las categorías más relevantes son la Comunicación, Trabajo individual y equipo, Ética y equidad, y Aprendizaje.

Para confirmar la observación mostrada en la Figura 5 se procede a realizar un análisis de varianza y a comparar sus medias mediante la prueba de Tukey con un nivel del 95% de confianza; los resultados se encuentran en la Tabla 14.

Tabla 14 Comparación de medias según calificaciones según Software y grupo de población

Grupo en estudio	Estadístico	Modelador de Procesos	Hoja de cálculo	Gestor de proyectos	ERP	WMS	CRM	PLC	BI	CAD	SGDB
Empleador	3.65 (AB)	3.29 (ABC)	3.71 (A)	3.36 (ABC)	3.14 (ABC)	2.857 (BC)	2.71 (C)	2.71 (C)	3.43 (ABC)	2.79 (C)	2.93 (ABC)
Docente	3.74 (A)	3.44 (AB)	3.74 (A)	3.44 (AB)	3.52 (AB)	3.478 (AB)	3.04 (BC)	2.74 (C)	3.35 (AB)	2.96 (BC)	2.96 (BC)
Egresado	3.66 (A)	3.21 (ABCD)	3.70 (A)	3.64 (A)	3.53 (AB)	3.5283 (AB)	3.15 (BCD)	3.02 (CD)	3.42 (ABC)	2.91 (D)	3.32 (ABCD)
Estudiante	3.53 (A)	3.64 (A)	3.67 (A)	3.69 (A)	3.69 (A)	3.7222 (A)	3.56 (A)	3.47 (A)	3.61 (A)	3.53 (A)	3.50 (A)
General	3.64 (AB)	3.43 (BCD)	3.70 (A)	3.59 (AB)	3.53 (AB)	3.50 (ABC)	3.20 (DE)	3.07 (E)	3.46 (ABCD)	3.08(E)	3.26 (CDE)

De la Tabla 14 se analiza que existen diferencias significativas entre las calificaciones de los tipos de software para el Empleador, Docente y Egresado, ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A, B y C; y para el Egresado tiene un grupo adicional representado con la letra D. Para el caso del Estudiante, no se presentan diferencias significativas entre sus calificaciones dado que solamente conforma un único grupo con la letra A, lo cual demuestra uniformidad de sus calificaciones, por lo tanto, para este grupo de Estudio todos los tipos de software tienen igualdad de relevancia. A nivel general, las categorías más relevantes son la Hoja de Cálculo, Estadístico, Gestor de Proyectos, ERP, WMS y el BI.

Para confirmar la observación mostrada en la Figura 6 se procede a realizar un análisis de varianza y a comparar sus medias mediante la prueba de Tukey con un nivel del 95% de confianza; los resultados se encuentran en la Tabla 15.

Tabla 15 Comparación de medias según calificaciones según Idioma y grupo de población

Grupo en estudio	Ingles	Portugues	Frances	Alemán	Mandarín	Italiano
Empleador	3.714 (A)	2.500 (B)	1.500 (C)	1.571 (C)	1.786 (C)	1.286 (C)
Docente	3.7391 (A)	2.217 (B)	1.522 (C)	1.522 (C)	2.174 (B)	1.391 (C)
Egresado	3.7736 (A)	2.472 (B)	1.5094 (D)	1.774 (CD)	2.208 (BC)	1.528 (D)
Estudiante	3.7222 (A)	2.389 (B)	1.750 (CD)	1.861 (BCD)	2.194 (BC)	1.500 (D)
General	3.7460 (A)	2.4048 (B)	1.5794 (C)	1.7302 (C)	2.1508 (B)	1.4683 (C)

De la Tabla 15 se analiza que existen diferencias significativas entre las calificaciones de los tipos de idiomas para el Empleador, Docente; ya que se conforman diferentes grupos señalados con las letras A, B y C; y para el Egresado y Estudiante tiene un grupo adicional representado con la letra D. A nivel general, los idiomas más relevantes son el inglés, portugués y el mandarín.

CONCLUSIONES

Con respecto a las Dimensiones de las competencias se confirma que indistintamente del grupo de interés o de estudio, la dimensión de competencia Saber Hacer es la mejor calificada, es decir, es la competencia de mayor relevancia para un ingeniero industrial, seguida de Saber Ser y luego Saber Conocer. Con respecto a las categorías de esta dimensión Saber Conocer a nivel general es la de Procesos de Producción la que presenta la mayor relevancia para un ingeniero industrial. Con respecto a las categorías de esta dimensión Saber Hacer a nivel general son las categorías de mayor importancia para un ingeniero industrial: Análisis de problemas, Diseño y Desarrollo de soluciones, Herramientas modernas, Administración Proyectos y finanzas. Con respecto a las categorías de esta dimensión Saber Ser a nivel general son las categorías de Comunicación, Ética y equidad, Trabajo individual y equipo y Aprendizaje; las más relevantes para un ingeniero industrial.

Con respecto al software de mayor importancia a nivel general para un ingeniero industrial son: Hoja de cálculo, Estadístico, Gestor de proyectos, ERP, WMS, BI. Con respecto a las categorías adicional, fue elegido de forma unánime el idioma inglés como el principal idioma requerido por el ingeniero

industrial. Como parte de las respuestas obtenidas se destaca como principal competencia adicional al evaluado al cuestionario, la habilidad directiva.

Dado que las competencias más relevantes están asociadas a cursos específicos de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, se recomienda actualizar el método actual e incorporar mayor utilización del Software en los cursos (Hoja de cálculo, Estadístico, Gestor de proyectos, ERP, WMS, BI.); además de complementar con mayor contenido en el material didáctico en el idioma (inglés). Adicionalmente, considerar la apertura de nuevos cursos opcionales con mejor enfoque en el desarrollo de las competencias en el uso de las categorías de software mencionadas.

Para incorporar la Habilidad Directiva en los cursos se recomienda la creación de casos o situaciones, por parte de la cátedra para representar situaciones reales en donde se pongan a prueba y se obtenga retroalimentación valiosa. No obstante puede ser considerado la apertura de nuevos cursos con mejor enfoque en el desarrollo de la habilidad directiva; donde se puedan complementar con las habilidades consideradas del futuro para la fuerza laboral, brindadas por el Instituto del Futuro (IFTF: Future Work Skills 2020, n.d.), por ejemplo: inteligencia social, pensamiento computacional, mentalidad de diseño, colaboración virtual, pensamiento novedoso y adaptativo, sense-making, transdisciplinariedad, educación sobre medios (new media literacy), gestión de la carga cognitiva y competencia intercultural.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AAPIA. (2018, November 23). Evaluación de la introducción del enfoque por atributos en los planes de estudio de ingeniería, según el modelo de la Agencia de Acreditación del CFIA (AAPIA) – AAPIA. <https://aapia.cfia.or.cr/2018/11/23/evaluacion-de-la-introduccion-del-enfoque-por-atributos-en-los-planes-de-estudio-de-ingenieria-segun-el-modelo-de-la-agencia-de-acreditacion-del-cfia-aapia/>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, C. (2018). Criterios y Procedimientos de Acreditación de Programas de ingeniería 2018, versión 01 2017. San José: CFIA.
- Dirección metodológica de investigación, Universidad Hispanoamericana. (2018). Política Institucional de Investigación. Universidad Hispanoamericana.

- González-Hernández, I. J., Granillo-Macías, R., González-Hernández, I. J., & Granillo-Macías, R. (2020). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista electrónica de investigación educativa*, 22. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e30.2750>
- IFTF: Future Work Skills 2020. (n.d.). Retrieved January 23, 2023, from <https://legacy.iff.org/futureworkskills/>
- López, M. E., Jiménez, J. M., Losoya, M. S., Farías, M. R., Torres, J. J. T., & Cisneros, P. M. S. (2014). Las Competencias del Ingeniero Industrial en el Estado de Colima. *Conciencia Tecnológica*, 48, 25–32.
- Márquez, J., & Díaz, J. (2005). Formación del recurso humano por competencias. *SAPIENS*, 6(1), 85–106.
- Peña, D. (2014). *Fundamentos de Estadística*. Alianza Editorial.
- Pulido, H. G., & Salazar, R. de la V. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. McGraw-Hill.
- Sampieri, R. H. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Schery, C. A. D.-. (2018). Competencias laborales: Consideraciones para los ingenieros industriales. *EduSol*, 18(65), 116–121.
- Tobón, S. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*.