

Perfil y competencias del Ingeniero Industrial: un estudio prospectivo

Profile and competencies of the Industrial Engineer: a prospective study

DOI: 10.46932/sfjdv3n2-093

Received in: February 15th, 2022

Accepted in: March 1st, 2022

Oscar Saavedra Rodriguez

Doctor Ingeniero Industrial

Institución: Universidad Politécnica de Valencia

Dirección: Av. España 1680, Valparaíso, Chile

E-mail: oscar.saavedra@usm.cl

Tamara Camino Díaz

Magister en Gestión de Organizaciones

Institución: Universidad de Valparaíso

Dirección: Av. España 1680, Valparaíso, Chile

E-mail: tamara.camino@usm.cl

RESUMEN

El avance tecnológico y la globalización han cambiado la sociedad actual, de la misma manera se presentan nuevas exigencias a las universidades, requiriendo un mayor énfasis en el fortalecimiento de las competencias de los futuros profesionales. En este orden de ideas, la presente investigación buscar definir el perfil y las competencias del Ingeniero Civil Industrial del futuro, a través de la aplicación del método prospectivo Delphi. Por este motivo, se elaboraron y aplicaron dos cuestionarios a diversos expertos del área, profesores de la Universidad en estudio, exalumnos de la carrera y expertos externos a la institución. Los resultados demuestran la importancia del reto que implica para el Ingeniero Industrial el desarrollo de la tecnología, la digitalización de los procesos, la Industria 4.0, y la inteligencia artificial, aspectos que posicionan al profesional como un actor que debe estar en constante actualización de conocimientos. Asimismo, se recalca el desafío percibido del Ingeniero Industrial de actuar sobre problemáticas sociales importantes como la desigualdad, la crisis económica o la educación pública, entre otras considerables dificultades de la realidad actual.

Palabras clave: competencias, ingeniería civil industrial, educación superior, método delphi, prospectiva.

ABSTRACT

Technological progress and globalization have changed today's society, in the same way new demands are presented to universities, requiring a greater emphasis on strengthening the competencies of future professionals. In this order of ideas, the present research seeks to define the profile and competencies of the Industrial Civil Engineer of the future, through the application of the prospective Delphi method. For this reason, two questionnaires were elaborated and applied to various experts in the area, professors of the University under study, alumni of the career and external experts to the institution. The results show the importance of the challenge that the development of technology, the digitalization of processes, Industry 4.0, and artificial intelligence imply for the Industrial Engineer, aspects that position the professional as an actor who must be constantly updating his knowledge. Likewise, the perceived challenge of the Industrial Engineer to act on important social problems such as inequality, the economic crisis or public education, among other considerable difficulties of the current reality, is emphasized.

Keywords: competencies, civil industrial engineering, higher education, delphi method, prospective.

1 INTRODUCCIÓN

La educación superior ha debido enfrentar a lo largo de los años diversas transformaciones económicas, sociales, estructurales, tecnológicas, políticas, jurídicas y funcionales concurrentes en cada momento histórico (Álvarez-Arregui, 2019). En este sentido, el progreso de la sociedad actual hacia una sociedad basada en el conocimiento y la información ha demandado nuevas exigencias a las instituciones formadoras de profesionales, requiriendo un mayor énfasis en el fortalecimiento o afinamiento de una serie de habilidades, conocimientos y actitudes, entendidas en conjunto como competencias (Valle y Cabrera, 2009).

No obstante, la rapidez con la que se dan los cambios en el mercado laboral no es la misma con la que se actualizan los programas de formación en las universidades. Por más esfuerzos que se realicen, muchas veces las demandas son más rápidas que la posibilidad de adecuación de la oferta académica, resultando en una brecha entre los perfiles reales y los deseados (Güilamo, 2014).

Una rama o especialidad que surge con la revolución industrial y que ha debido hacer frente a estas transformaciones en el tiempo, es la Ingeniería Industrial. Actualmente, si bien la especialidad mantiene como foco los procesos productivos, incrementando calidad y eficiencia, los Ingenieros Industriales contribuyen en la optimización de todo tipo de industrias, sean productivas o de servicios (Pasmanik Volochinsky et al., 2016). Según Forcael et al. (2013), en Chile el Ingeniero se caracteriza por su sólida formación en matemáticas y ciencias, su capacidad para resolver problemas complejos, proactividad y liderazgo, mostrando en cambio deficiencias en el desarrollo de sus competencias transversales y una participación baja en temas de responsabilidad social.

Considerando estos lineamientos se orientó el desarrollo del presente estudio, el cual busca definir el perfil y competencias futuras del profesional egresado de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), en un estudio prospectivo, porque se considera que en el ámbito de la educación el pensamiento prospectivo permite analizar las necesidades educativas de tiempos futuros a partir del análisis de escenarios actuales (Michel Godet, 2002). En definitiva, se pretende aportar en las respuestas a dos preguntas vitales para el futuro de la institución en estudio: ¿Cuáles son las nuevas tendencias estratégicas y variables de futuro que deben ser incorporadas en los programas de Ingeniería Industrial? y ¿Qué capacidades y competencias se deben desarrollar en los futuros Ingenieros Industriales?

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 COMPETENCIAS DEL INGENIERO INDUSTRIAL:

La competencia es un concepto complejo que ha sido definido de diversas maneras. Para Obaya et al. (2011) se entiende como la capacidad individual demostrada para ejecutar; por ejemplo, la posesión

del conocimiento, destrezas y características personales que se necesitan para satisfacer las demandas especiales o requerimientos de una situación particular. En el campo de la educación una competencia es un conjunto de comportamientos sociales, afectivos y habilidades cognitivas, psicológicas, sensoriales y motoras (Sánchez Espada et al., 2018) que permiten llevar a cabo adecuadamente un papel, una actuación, una actividad o una tarea (Wiek et al., 2011).

Desde los estudios de Passow y Passow (2017), es posible identificar 4 elementos transversales de una competencia en el ámbito educacional: Dominio de acción, Saber, Saber Ser, y Saber Hacer. Muñoz-La Rivera et al. (2021) expresan que el Dominio de acción indica el nivel de complejidad que se posee sobre un objeto de estudio, aludiendo al grado de apropiación del constructo conceptual. El Saber se refiere al cuerpo de conocimiento que caracteriza a la disciplina. Por otro lado, el Saber Ser demuestra la parte actitudinal en la aplicación de conocimientos y habilidades, lo que da al profesional un rasgo distinto en la aplicación y por ende una significancia distintiva en los resultados obtenidos. Por último, el Saber Hacer comprende por un lado el espacio (contexto) donde se inserta el profesional para desarrollar su actuación, y por otro la calidad (condición de desempeño), reflejada por la posición que el profesional toma cuando se enfrenta a una situación determinada (Solesvik, 2019).

En el entorno laboral, el desempeño profesional pareciera estar determinado por elementos como las habilidades, la experiencia, los valores y las actitudes, jugando un papel mayor o igual que los conocimientos o saberes, cuestión que tradicionalmente no sucede de igual manera en el contexto universitario. En base a esto se torna relevante el modelo de competencias como desempeños donde se combinan el saber, el ser y el hacer, ya que está relacionado directamente con el diseño del currículo basado en competencias, el cual busca cerrar esa brecha que tradicionalmente se ha presentado entre la universidad y la empresa, entre la educación y el trabajo (Tirado, 2007). El currículo estaría integrado entonces por dos clases de competencias: genéricas, que se trata de aquellas que deben desarrollar todos los profesionales; y específicas, referidas a aspectos muy técnicos de una profesión (Rivero y Cabrera, 2006).

En el campo de la ingeniería, la universidad debe estructurar el currículo en función no sólo de unos saberes científicos y tecnológicos, sino también en la mira de la solución de problemas reales de la sociedad (Tirado, 2007). En base a lo expuesto por Valle y Cabrera (2009), un Ingeniero Industrial debe trabajar y relacionarse con personas de distintas disciplinas, por lo que su capacidad de integrarse y trabajar en equipos multidisciplinarios es fundamental. Esto indica que las competencias genéricas o transversales debieran estar consideradas en el proceso formativo.

La Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) (2019), estipula que para acreditar un currículo de Ingeniería Industrial el programa debe demostrar que los graduados tienen una serie de habilidades y conocimientos (por ejemplo, diseñar, desarrollar, implementar, y mejorar sistemas

integrados que incluyen personas, materiales, información, equipos y energía) necesarios para demostrar su competencia laboral en dicha profesión. Asimismo, la agencia establece requisitos que los programas curriculares deben asegurar en los graduados elementos como: la habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ingeniería y ciencias; habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como para analizar e interpretar datos; entendimiento de las responsabilidades profesionales y éticas; y habilidad para comunicarse efectivamente, cuestión que evidencia una relación directa con competencias más específicas.

2.2 TENDENCIAS Y DESAFÍOS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL:

Además de la importancia de las competencias que debe adquirir o desarrollar el profesional, igual de relevante es el contexto en el que este se desenvuelve, aplica sus conocimientos y demuestra sus capacidades. En este escenario, la dinámica actual de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs), entendidas como innovaciones en microelectrónica, computación, telecomunicaciones y optoelectrónica, que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través de redes de comunicación (Aguilar-Jiménez & Jiménez-Ramírez, 2020), ha sumergido a las organizaciones en un entorno cambiante que impone retos importantes. Es así como el Ingeniero Industrial del futuro debe estar preparado para desempeñarse en la industria 4.0, la cual se caracteriza por la automatización, la digitalización de los procesos y el uso de las tecnologías de la electrónica y de la información en la manufactura, por la personalización de la producción, la prestación de servicios y la creación de negocios de valor agregado (Basco et al., 2018).

De esta manera, en el ejercicio de su profesión, es imprescindible que el Ingeniero Industrial satisfaga las demandas del entorno empresarial, respondiendo a ciertas tendencias de educación superior que tendrán más importancia en el futuro de la educación en ingeniería. Así, se pueden identificar las siguientes tendencias:

Digitalización y Educación Mixta: En el futuro, muchas instituciones de educación superior incorporarán tanto la enseñanza basada en el campus como a distancia, lo que conducirá a estrategias para ofrecer formas más diversificadas de enseñanza y no sólo digitales o cara a cara. Las universidades tendrán que utilizar una serie de estrategias en línea, utilizando múltiples plataformas, así como diferentes formas de entregar contenido (Schulte et al., 2020).

Revolución Tecnológica Educativa: La Industria 4.0 tiene repercusiones en todos los ámbitos, y la educación no es la excepción. Las tendencias en educación 4.0 prevén el uso de tecnologías digitales como principales medios de aprendizaje y comunicación, el uso del internet como un espacio global común de educación, y el aprovechamiento del conocimiento generado a nivel mundial (Huerta y Velázquez, 2021). En esta línea, la inteligencia artificial ya se está utilizando como parte de los servicios

educativos y como parte del diseño curricular. Se espera que durante la próxima década se generalice el uso de la inteligencia artificial a través de medios como la Realidad Aumentada, Virtual y Mixta, Robots inteligentes, Tutorización Inteligente, Cursos Online Masivos y Abiertos, el procesamiento de lenguaje neural, y la analítica del aprendizaje para detectar tempranamente los puntos débiles y fortalezas de los estudiantes, evitando el fracaso escolar y aumentando la optimización de los recursos para cada alumno en función de sus intereses y posibilidades (Abram et al., 2020).

Apertura: El término apertura no se refiere exclusivamente al acceso, sino también al hecho de habilitar al individuo para que tenga la capacidad de crear, modificar y utilizar la información y el conocimiento de tal manera que esta se personalice a un individuo. Una característica esencial de la educación abierta es la eliminación de las barreras al aprendizaje, lo que supone la no necesidad de preparación previa, la no discriminación por género, edad o religión, así como la asequibilidad para todos (Teixeira et al., 2019).

Educación Internacional: El futuro de la educación superior tiene una perspectiva global, además de competitiva prospectiva, exigiendo personas que entiendan y asuman su papel dentro de una comunidad global, trascendiendo las fronteras nacionales y comprometiéndose con los conceptos de sostenibilidad, igualdad de derechos y de oportunidades de accesos, el desarrollo y la investigación, la articulación con el sector productivo, y el apalancamiento operativo de las funciones medulares de las instituciones de educación superior (Elizalde et al., 2019).

Colaboración entre Instituciones: Surgirán diferentes tipos de instituciones de educación superior y esto conducirá a la investigación interuniversitaria, así como la posibilidad de permitir a los estudiantes, la movilidad para tomar cursos en múltiples universidades. En el futuro, se verán transformaciones o diferencias en el tipo de instituciones actuales, donde diferentes instituciones se fusionarán para poder atender a más personas, aportando nuevas posibilidades de aprendizaje (Schulte et al., 2020).

Educación Activa, Interactiva y Personalizada: El proceso de aprendizaje será colaborativo, autorregulado y personalizado, donde cada estudiante indagará en lo que más le interesa, reconstruyendo sus propios entornos personales de aprendizaje en función del conjunto de fuentes de información, herramientas, conexiones y actividades que utilicen como recurso de aprendizaje (Abram et al., 2020).

Neuroeducación: Viene emergiendo la neuroeducación como una nueva línea de pensamiento y acción que tiene como principal objetivo acercar a los agentes educativos a los conocimientos relacionados con el cerebro y el aprendizaje, considerando la unión entre la Pedagogía, la Psicología Cognitiva y las Neurociencias (Rosell et al., 2020). Los educadores necesitarán saber más sobre el cerebro, su desarrollo, las estructuras cognitivas involucradas en el aprendizaje y el comportamiento, el desarrollo de habilidades, las estrategias de intervención y los procesos de adaptación (Dündar-Coecke, 2021).

Universidades del Futuro: En el futuro, se deja el paradigma de la educación como algo acotado a un periodo específico de tiempo, pasando a una visión abierta, donde estudiantes entran y salen constantemente durante toda la vida, impulsados por las demandas de un mercado de trabajo cambiante. La educación se lleva a cabo en un flujo que tiene como características la ubicuidad, la flexibilidad, la transdisciplinariedad, y la adaptabilidad (Huerta y Velázquez, 2021).

A partir de estas tendencias en la educación del futuro, se identifican los siguientes desafíos para el desarrollo de las carreras de educación superior en general, y en específico, para el futuro de la Ingeniería Civil Industrial:

Crisis Profesión Académica: La profesión académica ha perdido mucho de su atractivo en los países desarrollados y en desarrollo, pues el crecimiento del salario de los profesores no sigue el ritmo del crecimiento de los sueldos en otros sectores. Por otra parte, cada vez se reducen más las plazas de profesores a tiempo completo. Esto afecta la calidad de la docencia y de la investigación en muchos casos (López Segre, 2014).

NINIs: El término NINI, se utiliza para denominar a jóvenes que en un determinado momento no se encuentran trabajando ni estudiando, estando en condiciones para hacerlo. En el mundo existen 260 millones de ninis, jóvenes entre 15 y 24 años. Esta cifra, que equivale al 22,4% de la población joven, ha encendido las alarmas de los gobiernos de diversos países y de organismos internacionales (Cavieres et al., 2020).

En este ámbito, Chile en relación con otros países de la OCDE, se encuentra por sobre la media, con 18% de jóvenes NINI con relación al 13,9% promedio. Aunque el porcentaje sea mejor que sus pares latinoamericanos como Colombia, Brasil, México y Costa Rica (Cavieres et al., 2020).

Financiamiento Educativo: A pesar de que el gasto en educación superior en Chile ha llegado al 2,5% del PIB, los aportes institucionales son una fracción menor del financiamiento y no existe una política de aportes basales a la investigación y la extensión. Sumado a ello, Chile tiene un gasto en investigación y desarrollo estancado por debajo del 0,4% del PIB, esto es, seis a siete veces menor que el promedio de los países de la OECD. El gasto en I+D a través de instituciones de educación superior es de 0.1% del PIB contra un 0.5% en la OECD (Bosch et al., 2019).

Crisis Económica y Social: La recesión económica por la que pasa el planeta afectaría a las instituciones de educación superior de diversas maneras, como en la reducción de las oportunidades de empleo para aquellos graduados que accedan al mercado de trabajo en los próximos meses; retrasos en el pago de las tasas académicas, o incapacidad absoluta de pagarlas; incapacidad de los gobiernos de cumplir sus compromisos con las instituciones de financiación pública al nivel necesario; y, fundamentalmente, los cambios en la actitud de los estudiantes hacia el modo en que se imparten las clases y la preferencia por ciertos programas de titulación (Naciones Unidas, s.f.).

3 METODOLOGÍA

El estudio llevado a cabo se realizó a través de la aplicación del método prospectivo Delphi, herramienta que ayuda a la investigación para obtener datos confiables de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro (Landeta et al., 2011).

La aplicación del método Delphi comienza con la selección e invitación de los expertos participantes. Se determina que estos deben pertenecer a alguno de los siguientes grupos o perfiles: Expertos Académicos: profesores e investigadores de universidades y centros de estudio que se desempeñen en áreas relacionadas a la Ingeniería Industrial. En este grupo se consideraron tanto profesores del Departamento de Industrias de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), como académicos de otras universidades.

Exalumnos: Egresados de Ingeniería Civil Industrial UTFSM, con experiencia laboral mayor a 3 años, de manera de asegurar un criterio formado respecto al mercado laboral.

El tamaño de la muestra del estudio se definió en base al tamaño del universo disponible de los expertos, de manera de respaldar la investigación con una base estadística sólida.

En cuanto al tamaño de la muestra, para la primera fase del estudio se contó con un universo de 3985 expertos. De estos, 321 respondieron el primer cuestionario aplicado. En la Tabla 1 se muestra la distribución de los expertos en cada caso. Con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 5% se calcula el tamaño de muestra mínimo, obteniendo una cantidad mínima de expertos de 255, lo cual es menor al número de respuestas obtenidas, por lo que se comprueba la representatividad del proceso.

Tabla 1: Distribución expertos Fase 1

| Tamaño universo | Número de respuestas |
|---|------------------------|
| 67 profesores UTFSM | 34 profesores UTFSM |
| 23 profesores externos | 12 profesores externos |
| 3895 exalumnos UTFSM | 275 exalumnos UTFSM |
| Total: 3985 | Total: 321 |
| Tamaño de muestra representativo (nivel de confianza 90% y margen de error 5%) >255 | |

Fuente: elaboración propia

En el caso de la segunda fase se contó con un tamaño de universo de 332 expertos a los cuales se envió una invitación a participar del segundo estudio Delphi. Cabe destacar que, en este caso, solo se envió invitaciones a la fase 2 a aquellos expertos que hubieran respondido la fase 1. En este proceso, 211 expertos respondieron la encuesta dos. En la Tabla 2 se muestra la distribución de expertos en cada caso. Con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 5% se calcula el tamaño de muestra mínimo, obteniendo una cantidad de expertos de 150, lo cual es menor al número de respuestas obtenidas, por lo que se comprueba la representatividad del proceso.

Tabla 2: Distribución expertos Fase 2

| Tamaño universo | Número de respuestas |
|---|------------------------|
| 34 profesores UTFSM | 29 profesores UTFSM |
| 23 profesores externos | 10 profesores externos |
| 275 exalumnos UTFSM | 172 exalumnos UTFSM |
| Total: 332 | Total: 211 |
| Tamaño de muestra representativo (nivel de confianza 90% y margen de error 5%) >150 | |

Fuente: elaboración propia

Al tratarse de un Delphi de dos rondas, se partió con una fase exploratoria con objetivo de consolidar la información, por lo que se redactaron preguntas de tipo abiertas. Luego, se continuó con una segunda fase de tipo concluyente con objetivo de validar la información obtenida anteriormente, focalizando las respuestas mediante preguntas cerradas de formato ranking, valoración y selección múltiple. En la fase 2, se incluyeron preguntas adicionales enfocadas a determinar el nivel de conocimientos de los participantes, así como la variabilidad en el ámbito laboral. La aplicación de los cuestionarios se llevó a cabo a través de la plataforma SurveyMonkey.

Una vez recibidas las respuestas, comienza la macro etapa de prospectiva, la cual da inicio con el procesamiento estadístico de las respuestas recibidas. El tipo de análisis varía dependiendo de la fase y el tipo de pregunta y respuesta. En el caso de la primera fase, al ser preguntas de respuesta abierta el método de análisis consistió en la codificación de las respuestas, mediante el programa Weft QDA, en el cual se definían palabras claves según las respuestas de los expertos, tratando de abarcar la totalidad de lo respondido y contabilizando la frecuencia de aparición de esas ideas en las respuestas de los expertos, de manera de poder obtener resultados cuantificables.

En el caso de la segunda fase, al ser preguntas de respuesta cerrada, se realizan análisis descriptivos básicos de las respuestas, los cuales varían dependiendo del tipo de pregunta. En las preguntas de valoración o ponderación, se calcula un promedio ponderado del puntaje y la frecuencia de valoración de cada ítem. En las preguntas de ordenamiento, se asigna un puntaje a cada posición, el cual es mayor mientras más cerca está del primer lugar, y luego se calcula un promedio ponderado entre este puntaje y la frecuencia de posicionamiento de cada ítem. En las preguntas de selección múltiple se calcula la frecuencia de selección de cada ítem respecto al número de participantes.

El término del método Delphi se da en la etapa de consenso y resultados, en la cual las respuestas obtenidas por los expertos tienen menor dispersión, pudiendo asumir un acuerdo generalizado de las ideas. Finalmente, se realiza un contraste de los resultados obtenidos, considerando el estudio bibliográfico y el método Delphi, construyendo escenarios futuros con objetivo de definir el posible currículo de la carrera en la Universidad, así como también el futuro perfil de los egresados.

4 RESULTADOS

Fase 1:

En la primera fase, en cuanto a la primera pregunta planteada ¿Cuáles son las principales falencias o aspectos mejorables del actual programa de pregrado de Ingeniería Civil Industrial?, los resultados más relevantes muestran que la opinión media consensuada de los expertos indica que la falta de enseñanza en habilidades transversales, la falta de enseñanza en herramientas computacionales o de información, la falta de educación en idiomas, la falta de enseñanza en habilidades directivas, la poca aplicación práctica de los contenidos y la falta de enseñanza de manejo de datos, son los elementos con más falencias o con más aspectos mejorables del programa actual.

Para la segunda pregunta ¿Qué capacidades y competencias se deben desarrollar en los estudiantes y futuros Ingenieros Civiles Industriales?, el mayor porcentaje de respuestas indica que las habilidades transversales y directivas, como son la comunicación, el trabajo en equipo y el liderazgo, mantendrán su relevancia dentro del perfil de la carrera, señalando, además, el análisis y manejo de datos y las habilidades computacionales como habilidades relevantes a futuro.

Las respuestas a la tercera pregunta del cuestionario que plantea ¿Cuáles son los nuevos contenidos teóricos y/o experiencias prácticas que deben ser incorporados en los programas de pregrado de Ingeniería Civil Industrial?, concluyen que los nuevos contenidos que deben ser incluidos están asociados al área tecnológica, siendo Data Science y Big Data la opción con mayor porcentaje. Por otro lado, un porcentaje importante sugiere incluir más actividades prácticas, así como contenidos asociados a la innovación y el emprendimiento.

Respecto a la pregunta ¿Cómo ve el desarrollo y evolución de la Ingeniería Civil Industrial en los siguientes 5 años y 10 años?, los expertos prevén un desarrollo futuro favorable, posicionándose como carrera líder en cambios e innovación tecnológica en la industria, con mayor enfoque en habilidades transversales, digitalización y automatización de logística, como también brindando capacidades sólidas en análisis, minería de datos y Big Data a sus egresados, sin perder el foco en la sustentabilidad empresarial.

Fase 2:

En base al primer enunciado del cuestionario: Indique la relevancia de los contenidos teóricos, con relación al futuro perfil y competencias fundamentales de un Ingeniero Civil Industrial, donde el valor 1 representa “nada relevante” y 5 representa “totalmente relevante”; se aprecia que, al considerar la totalidad de los participantes, el contenido teórico de mayor relevancia a futuro será el Business Intelligence, seguido del Data Analytics, Data Science y Big Data. Sin embargo, al analizar los resultados según el tipo de experto, se aprecian leves cambios de orden en las valoraciones entregadas. En el caso de los profesores del Departamento de Industrias, estos indican que la creación de empresas es el contenido de mayor

relevancia a futuro; los expertos externos de otras universidades ponderan a la industria 4.0 y el internet de las cosas por sobre el Business Intelligence; mientras que los exalumnos posicionan el Business Intelligence como el contenido de mayor relevancia.

Por otro lado, los contenidos menos relevantes para los participantes son Realidad Virtual, Neurociencia, y Robótica.

En el segundo enunciado del cuestionario, al pedir a los participantes: Ordene las tendencias de la educación superior según su relevancia en el futuro; la puntuación total señala que dentro de las tendencias educacionales de mayor relevancia a futuro se encuentra en primer lugar la educación activa, interactiva y personalizada, seguido de la digitalización y educación mixta. Analizando los resultados por tipo de experto, se aprecia que los exalumnos ponderan la revolución tecnológica educacional con mayor relevancia que los otros tipos de participantes, mientras que los expertos externos indican que la educación mixta y la educación continua a lo largo de la vida serán las tendencias más relevantes.

Al pedir a los participantes ordenar los desafíos de la educación superior según su impacto en el futuro, los resultados totales indican que la desigualdad sociocultural, las crisis económicas y sociales y la desigualdad tecnológica serán las que tengan mayor impacto a futuro. A partir de un análisis individual por grupos, destaca la preferencia del grupo compuesto por profesores de la Universidad, ya que, a diferencia de los otros dos grupos, ellos otorgan mayor importancia a la Desigualdad tecnológica como desafío de la educación superior en el futuro. Mientras que, en el caso de los exalumnos y expertos externos, el desafío que mayor impacto tendrá es la desigualdad sociocultural.

Finalmente, frente al enunciado: De las siguientes opciones, seleccione 10 habilidades o competencias que más se valorarán en el futuro mercado laboral a la hora de contratar Ingenieros Industriales, los resultados totales indican que las con mayor porcentaje de elección son el trabajo en equipo, la adaptación al cambio y el liderazgo, lo cual coincide con lo indicado por los exalumnos. En el caso de los profesores del departamento de industrias UTFSM, las habilidades seleccionadas con mayor frecuencia son la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y el liderazgo, mientras que en el caso de los expertos externos son la adaptación al cambio, el pensamiento estratégico y el uso de tecnologías.

Cierre Delphi y síntesis de resultados:

En base al desarrollo y resultados presentados del método Delphi, se verifica una disminución en la variabilidad de los resultados en la segunda etapa en comparación a la primera, lo cual fue propiciado mediante la formulación de las preguntas de la fase 2, permitiendo, al ser preguntas cerradas, acotar las posibles respuestas obtenidas, así como centrar las ideas presentadas de manera de obtener resultados concluyentes.

En base al nivel de consenso logrado por los expertos, se da cierre a la metodología Delphi, considerándose como exitosa gracias a los resultados obtenidos. Cabe destacar que la realización de una

tercera etapa habría ayudado a disminuir aún más la variabilidad de las respuestas obtenidas, sin embargo, por limitaciones temporales se decidió realizar solamente 2 fases.

A continuación, en la Tabla 3 se presentan los principales resultados obtenidos de la metodología Delphi, respecto al futuro de la Ingeniería Industrial:

Tabla 3: Síntesis de resultados respecto al futuro de la Ingeniería Industrial

| | |
|--|---|
| Contenidos teóricos más relevantes a futuro | <ul style="list-style-type: none"> • Business Intelligence • Data analytics y science • Big data • Creación de empresas |
| Tendencias educación superior más relevantes a futuro | <ul style="list-style-type: none"> • Educación activa, interactiva y personalizada • Digitalización y educación mixta • Educación continua a lo largo de la vida • Revolución tecnológica educacional |
| Desafíos educación superior con mayor impacto a futuro | <ul style="list-style-type: none"> • Desigualdad sociocultural • Crisis económicas y sociales • Desigualdad tecnológica • Financiamiento educacional público |
| Habilidades más valoradas a futuro | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo • Adaptación al cambio • Liderazgo • Comunicación efectiva |

Fuente: elaboración propia

5 CONCLUSIONES

Analizando la metodología empleada, se puede concluir que el método prospectivo Delphi permitió establecer una plataforma de evaluación del panorama actual de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la UTFSM, resultando además en la generación de escenarios futuros para el mejoramiento y el posicionamiento de los programas de la carrera en la universidad.

De esta forma, considerando las tendencias educacionales futuras, se vislumbra que uno de los principales impulsores de cambio en el futuro de la educación, especialmente en el área de la ingeniería, serán los avances tecnológicos de la industria 4.0, transformando completamente el funcionamiento de empresas a nivel mundial, y por ende las competencias necesarias de los ingenieros, pasando a ser de gran relevancia el manejo de plataformas digitales y el análisis de datos, así como la utilización de herramientas de alta tecnología en los procesos de producción o servicios.

Por otro lado, y en contraposición con las tendencias tecnológicas, la sostenibilidad y cuidado del ambiente jugarán un papel fundamental y de urgencia en las empresas del futuro, siendo, por tanto, conceptos necesarios en la formación de ingenieros adecuados para afrontar los desafíos del mañana.

En el futuro se prevé que los avances tecnológicos y de neurociencia, permitirán a las universidades llegar a modelos de educación personalizada, abierta y con un enfoque global, en constante

interacción con otras entidades y con el gobierno, y, sobre todo, logrando entregar un aprendizaje de calidad, formando profesionales preparados para los tiempos futuros.

En lo que concierne al escenario futuro de la Ingeniería Civil Industrial, se puede inferir que la carrera presenta una proyección positiva en el tiempo, modificando ciertos aspectos de su funcionamiento respecto a la actualidad. En este sentido, se presentan las siguientes proyecciones futuras concluidas en base a la proyección realizada:

- La carrera pasa a ser líder en digitalización, innovación tecnológica y automatización de procesos logísticos y de servicios, con amplio conocimiento en el área asociada a la industria 4.0.
- El manejo y análisis de grandes cantidades de datos pasa a ser un pilar fundamental dentro de las capacidades de los egresados.
- Se enriquece aún más la enseñanza de habilidades transversales en los estudiantes, formando profesionales orientados a trabajos interdisciplinarios, alineados a las exigencias del mercado laboral nacional e internacional.
- Mayor enfoque en la carrera a aspectos de sustentabilidad, eficiencia energética, energías renovables y cambio climático, contando con mayor visión de desafíos futuros.
- Ante posible saturación de oferta de ingenieros, se le da gran importancia a la enseñanza asociada al emprendimiento e innovación.
- La carrera tiene una duración menor a la actual, aumentando la proporción de la enseñanza práctica sobre la enseñanza de teoría, con mayor adaptación de contenidos en el tiempo según las exigencias de la industria.
- El estudiante cuenta con mayor acercamiento al mundo laboral a lo largo de la carrera, agregando experiencias prácticas de mayor duración, lo cual propicia un mejor networking y creación de redes de contacto de los egresados.

Respecto al panorama futuro de la educación superior en general, se concluyen las siguientes proyecciones:

- Actualización de los modelos de enseñanza, pasando a estar más centrados en el individuo que en el grupo, a través de una educación activa, interactiva y personalizada, lo cual será posible gracias a la revolución de la tecnología aplicada, particularmente el caso de la inteligencia artificial.
- Se pasará a modelos de educación mixtos, incorporando métodos de enseñanza presenciales y telemáticos dentro de los programas impartidos, lo cual hará que los horarios de aprendizaje sean más flexibles y adaptables a cada estudiante.

- Se dará mayor relevancia a la colaboración entre instituciones de enseñanza superior, tanto nacionales como internacionales, existiendo mayor posibilidad de tomar ramos en diferentes universidades de manera online.
- Se pasará a modelos de educación continua a lo largo de la vida, actualizando constantemente los contenidos impartidos, de manera que el trabajo y la educación estén interconectados a lo largo de la carrera laboral de los ingenieros.
- Los principales desafíos del futuro asociados a la educación estarán asociados a la desigualdad sociocultural y tecnológica de los estudiantes, lo cual se verá afectado en gran medida por las crisis económicas y sociales del país, donde el financiamiento público pasará a ser fundamental.

Con el paso del tiempo y el avance de las tecnologías y tendencias tanto de la industria como de la educación, el profesional debe evolucionar y adaptarse a desafíos que van surgiendo en su área de trabajo, tanto en la ingeniería como en cualquier profesión. En este sentido, el perfil de egreso de un Ingeniero Civil Industrial es su carta de presentación y su principal herramienta a la hora de enfrentar los desafíos de la industria, y en consecuencia debe estar actualizado y ser adecuado para cumplir las exigencias del mercado laboral.

En base a los resultados obtenidos del estudio prospectivo realizado, el perfil futuro del Ingeniero Civil Industrial egresado de la UTFSM, corresponde a un profesional con una formación académica integral y actualizada a los estándares internacionales, integrando una base sólida de fundamentos teóricos, una amplia experiencia práctica y acercamiento al mercado laboral, y un desarrollo profundo de habilidades transversales y directivas, que lo preparan para desempeñarse y adaptarse con éxito en los escenarios cambiantes, complejos e inciertos que caracterizan la actividad productiva, económica y social del mundo moderno.

Al término de la carrera, el egresado habrá desarrollado capacidades técnicas, analíticas y de gestión, así como un amplio conocimiento de tecnologías disruptivas, herramientas computacionales y manejo y análisis de datos aplicados a la industria, que unidas al compromiso permanente con la calidad, con valores humanos universales, con el bien social y con la sustentabilidad y cuidado del medio ambiente, le posicionan como un profesional íntegro e idóneo, que se destaca por su eficacia profesional en los contextos nacionales e internacionales en los que participa.

Su formación, conocimientos, habilidades y destrezas debidamente fundamentadas en ciencias básicas, gestión de operaciones, tecnologías de información y comunicaciones, finanzas, dirección estratégica, economía y marketing, le permitirán asumir con éxito compromisos de alta dirección pública, además de formar y liderar equipos de trabajo multidisciplinarios, tanto en el interior de una organización, como en el desarrollo de sus propias iniciativas de emprendimiento, administrando proyectos de desarrollo, procesos productivos o investigaciones.

Para afrontar los desafíos de un mundo globalizado y de una industria multidisciplinaria, los ingenieros egresados, han desarrollado habilidades transversales fundamentales, como son el trabajo en equipo, la adaptación al cambio, el liderazgo, la comunicación efectiva, la inteligencia emocional, el pensamiento estratégico, la resolución de problemas y la toma de decisiones, sumado a un amplio manejo técnico de inglés, que lo distinguen y diferencian en el mercado laboral.

En línea con lo anterior, las principales competencias de un Ingeniero Civil Industrial egresado en el futuro serán:

- Aplicar las ciencias básicas y de la ingeniería en el ámbito industrial, para proponer soluciones tecnológicas e innovadoras en procesos productivos, investigaciones o proyectos multidisciplinarios.
- Analizar el funcionamiento de sistemas en el ámbito industrial, para determinar oportunidades de mejora, aplicando conocimientos de tecnología disruptiva e industria 4.0.
- Evaluar el funcionamiento de los negocios a nivel global en el ámbito de la dirección estratégica, para determinar las variables y relaciones relevantes en la construcción de objetivos de mediano y largo plazo.
- Aplicar métodos y técnicas de Business Intelligence y de Data Science para agregar valor en el proceso de diagnóstico, gestión y toma de decisiones.
- Construir relaciones profesionales, equipos y redes colaborativas, utilizando las habilidades transversales, para gestionar y coordinar proyectos multidisciplinarios e internacionales.
- Aplicar eficazmente herramientas computacionales y de información, para solucionar problemáticas y facilitar el funcionamiento de empresas u organizaciones.
- Aplicar métodos de investigación en el ámbito de la Ingeniería Industrial, para proponer mejoras a procesos de gestión y producción.
- Elegir nuevos cursos de acción, ante cambios en el medio interno y externo, para adaptarse a escenarios dinámicos e inciertos.
- Gestionar recursos de organizaciones de manera de asegurar la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente, en el desarrollo de las actividades, procesos y proyectos.
- Analizar el funcionamiento y las variables en la economía y las finanzas, para agregar valor en el proceso de toma de decisiones.
- Identificar y concretar oportunidades de negocio y emprendimiento, utilizando conocimientos de creación, dirección y gestión de empresas propias.

Para lograr formar profesionales preparados para los desafíos e incertidumbre del futuro mercado laboral, que además cuenten con las habilidades y competencias planteadas anteriormente, es que se debe

crear un currículo académico acorde a las necesidades del futuro, que brinde conocimientos teóricos y prácticos fundamentales, así como también habilidades transversales que marquen la diferencia dentro de los años venideros.

Considerando lo anterior, y en base a los resultados obtenidos en el estudio Delphi, las siguientes propuestas de ramos se adecuarían a las tendencias futuras, y podrían ser incluidas en la malla curricular de la carrera: Analítica y Machine Learning; Tecnologías Disruptivas Aplicadas a la Industria; Data Science y Business Intelligence; Softwares para la Gestión y Control de Sistemas; Energía y Sistemas Sostenibles; Emprendimiento y Gestión de Empresas; y Aplicación de Competencias Transversales.

Analizando en retrospectiva, se identifican diversas oportunidades de mejora en el proceso metodológico llevado a cabo, a modo de antecedente para futuras investigaciones. El primer aspecto mejorable de la metodología aplicada hace referencia al grupo monitor que desarrolla y gestiona el proceso de investigación. La investigación se inicia con cierto grado de desconocimiento de la metodología, lo cual pudo causar errores de diseño. Por otro lado, a la hora de diseñar los cuestionarios, no existe conocimiento acabado de las competencias que pide el mercado en la actualidad, lo cual pudo resultar en sesgo en las respuestas.

Ante esto, las recomendaciones hacen alusión a verificar que el diseño, conducción y evaluación sea realizado por expertos del tema; además de buscar la inclusión de personal encargado de reclutamiento de profesionales del área, que conozcan las competencias buscadas por el mercado en la actualidad.

Otra oportunidad de mejora se puede identificar a la hora de diseñar los cuestionarios. Al trabajar con gran cantidad de participantes, no es posible asegurar el nivel de certeza de las respuestas del experto a la hora de entregar su opinión o valoración, lo cual tiene como consecuencia un bajo nivel de certeza en los resultados. Ante esto se recomienda agregar una pregunta que incluya el rango de certeza con que experto responde en cada ítem preguntado.

Un último aspecto mejorable corresponde al nivel real de convergencia lograda posterior a la fase 2 en relación con el cumplimiento de los objetivos del estudio. Ante esto, no existió claridad sobre el consenso alcanzado, lo cual pudo tener como consecuencias que el estudio quedara incompleto. Ante esto se recomienda realizar un análisis estadístico de convergencia previo a cada etapa, para decidir el cierre del estudio.

REFERENCIAS

- Abram, L. A., Adrover, S. M., Andrione, D. G., Barrionuevo Vidal, M. B., Cadelago, V. R., Etchegorry, M., ... y Zambrano, E. J. (2020). Gestión del proceso de innovación de las prácticas de enseñanza en instituciones educativas. Un estudio prospectivo a diez años. Universidad Católica de Córdoba. <http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/id/eprint/2232>
- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). (2019). *Criteria for accrediting engineering programs*. Baltimore: ABET. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2020-2021/>
- Aguilar-Jiménez, A., y Jiménez, M. (2020). Las Tecnologías de Información y Comunicaciones en la formación del ingeniero industrial. *INNODOCT*, 657-670. <https://doi.org/10.4995/INN2019.2019.10149>
- Álvarez-Arregui, E. (2019). Evolución de la Universidad en la Sociedad del Aprendizaje y la Enseñanza. El valor de las competencias en el desarrollo profesional y personal. *Aula Abierta*, 48(4), 349-372. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.4.2019.349-372>
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., y Garnero, P. (2018). Industria 4.0: fabricando el futuro (Vol. 647). *Inter-American Development Bank*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>
- Bosch, A., Contreras, D., Hojman, D., y Mizala, A. (1 de octubre de 2019). *El futuro del financiamiento de la Educación Superior en Chile*. La Tercera. <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/838032/838032/>
- Cavieres, H., Ponce, C., y Gómez de Benito, J. (2020). Más allá de los ninis: relación entre juventud, exclusión social y trabajo en el Chile actual. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, (10), 60-72. <http://doi.org/10.37135/chk.002.10.04>
- Dündar-Coecke, S. (2021). Future avenues for education and neuroenhancement. *New Ideas in Psychology*, 63, 100875. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2021.100875>
- Elizalde, L., Rodríguez, M., y Vásquez, A. (2020) Prospective of higher education in Latin America: look at internationalization and university integration. *mktDESCUBRE*, 1(1), 38-48. <http://revistas.espoch.edu.ec/index.php/mktdescubre/article/view/358>
- Forcael, E., Vargas, S., Opazo, A., y Medina, L. (2013). Rol del ingeniero civil en la sociedad chilena contemporánea. *Revista de la construcción*, 12(2), 72-87. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200006>
- Güilamo, S. (2014). Las competencias profesionales de los ingenieros industriales: análisis, valoración y propuesta. (Tesis doctoral). Universidad de Murcia, España. <http://hdl.handle.net/20.500.12060/72>
- Landeta, J., Barrutia, J., y Lertxundi, A. (2011). Hybrid Delphi: A methodology to facilitate contribution from experts in professional contexts. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1629-1641. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.03.009>
- López Segrera, F. (2014). La Universidad Nacional de Colombia: visión prospectiva al año 2034. En C. Miñana y E. Bernal (eds.), *Visión 2034. Aportes para la construcción de la visión y el plan prospectivo de la Universidad de Colombia al año 2034* (Vol. 2, pp. 19-50). Universidad Nacional de Colombia. <http://www.catedras-bogota.unal.edu.co/catedras/felix/2019->

I/public/documentos/Bibliografia/5.%20L%C3%B3pez%20Segrera%20-%20La%20UNC%20en%202034.pdf

Michel, A. (2002). Una visión prospectiva de la educación: retos, objetivos y modalidades. *Revista de Educación, 1*, 13-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=297200>

Muñoz-La Rivera, F., Hermosilla, P., Delgadillo, J., y Echeverría, D. (2021). Propuesta de construcción de competencias de innovación en la formación de ingenieros en el contexto de la industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). *Formación Universitaria, 14*(2), 75-85. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000200075>

Obaya, V., Vargas, R., y Delgadillo, G. (2011). Aspectos relevantes de la educación basada en competencias para la formación profesional. *Educación química, 22*(1), 63-68. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30116-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30116-2)

Pasmanik Volochinsky, D., Rodríguez Araneda, M. J., Reyes Espejo, M. I., y Tarride Fernández, M. (2016). Reconstrucción del ethos de la ingeniería civil industrial en Chile: un acercamiento preliminar. *Acta bioethica, 22*(2), 347-356. <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2016000200022>

Passow, H., y Passow, C. (2017). What competencies should undergraduate engineering programs emphasize? A systematic review. *Journal of Engineering Education, 106*(3), 475-526. <https://doi.org/10.1002/jee.20171>

Rivero, L., y Cabrera, C. (2006). Competencias, una forma de estandarización global. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, 59*(59), 39-46. www.escuelaing.edu.co/consulta/forma_estandarizacion.pdf

Rosell, R., Juppet, M., Ramos, Y., Ramírez, R., y Barrientos, N. (2020). Neurociencia aplicada como nueva herramienta para la educación. *Opción, 92*(92), 792-818. <https://hdl.handle.net/11323/6852>

Sánchez Espada, J., Martín López, S., Bel Durán, P., y Lejarriaga Pérez de las Vacas, G. (2018). Educación y formación en emprendimiento social: características y creación de valor social sostenible en proyectos de emprendimiento social. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos, 129*(129), 16-38. <http://dx.doi.org/10.5209/REVE.62492>

Schulte, D., Cendon, E., y Makoe, M. (2020). *Re-Visioning the Future of Teaching and Learning in Higher Education: Report on Focus Group Discussions for the UNESCO Futures of Education Initiative*. University of the Future Network. https://unifuture.network/wpcontent/uploads/sites/2/2020/08/20200722_UFN_UNESCO-report_fin.pdf

Huerta, C., y Velásquez, M. (2021). Educación 4.0 como respuesta a la Industria 4.0: un estudio analítico-descriptivo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5*(1), 1042-1054. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.310

Naciones Unidas (s.f.). *COVID-19 y educación superior: Aprender a desaprender para crear una educación para el futuro*. Consultado el 14 de enero de 2022. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/covid-19-y-educaci%C3%B3n-superior-aprender-desaprender-para-crear-una-educaci%C3%B3n-para>

Solesvik, M. (2019). Entrepreneurial competencies and intentions: The role of higher education. *Journal Forum Scientiae Oeconomia, 7*(1), 9-23. https://doi.org/10.23762/FSO_VOL7_NO1_1

Teixeira, A. M., Bates, T., y Mota, J. (2019). What future (s) for distance education universities? Towards an open networkbased approach. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 107-126. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22288>

Tirado, L., Estrada, J., Ortiz, R., Solano, H., González, J., Alfonso, D., ... y Ortiz, D. (2007). Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (40), 123-139. <https://doi.org/10.26507/rei.v1n1.26>

Valle, M., y Cabrera, P. (2009). ¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial? La percepción de los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1-14. <https://doi.org/10.35362/rie5041903>

Wiek, A., Withycombe, L., y Redman, C. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, 6(2), 203-218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>