

## Construcción y validación de la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II) basadas en el Modelo Tuning

Luis Centeno Ramírez  
Gabriela J. Sánchez Heredia

**Citar como:** Centeno, L., Sánchez G. (2023). Construcción y validación de la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II) basadas en el Modelo Tuning. M. Calle (Ed.). *Perspectivas y paradigmas en psicología aplicada. Artículos seleccionados de la I Jornada de Investigación en Psicología* (pp. 77-98). Universidad Continental, Fondo Editorial. <http://dx.doi.org/10.18259/pppa.2023-004>

# Construcción y validación de la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II) basadas en el Modelo Tuning

**Luis Centeno Ramírez**

Universidad Continental  
Huancayo, Perú

 0000-0002-3779-7311

**Gabriela J. Sánchez Heredia**

Universidad Continental  
Huancayo, Perú

 0000-0001-9766-4572

## Resumen

El Modelo Tuning, considerado para la medición de las competencias profesionales del ingeniero industrial, permite aplicar una metodología de enseñanza superior basada en el diseño, el desarrollo, la aplicación y la correspondiente evaluación del proceso de formación de los profesionales tomando en cuenta los ciclos de Bolonia. Estos han sido aplicados inicialmente como Proyecto Tuning Europa y, luego, con una propuesta del Modelo Tuning para América Latina. Se complementa con la teoría de las actitudes para la formulación de los ítems en la medición de las competencias tanto generales como específicas.

El objetivo de la investigación corresponde a la construcción y validación de la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II) basadas en el Modelo Tuning. Este proceso fue aplicado a una muestra piloto normalizada de 528 estudiantes universitarios, bajo un muestreo polietápico, considerando el análisis de consistencia interna, validez tanto del contenido como del constructo, pruebas de distribución normal y correlación de componentes parciales y globales, análisis de la Respuesta Total al Ítem (ITR), Análisis Factorial Exploratorio (AFE), Test Information Function (TIF), extracción de componentes principales, rotación Varimax, y la determinación de los baremos parciales como globales.

**Palabras clave:** Competencias, actitudes, Modelo Tuning, AFE, ITR, TIF.

Doi: <http://dx.doi.org/10.18259/pppa.2023-004>

## Introducción

El desarrollo de las competencias profesionales de los ingenieros industriales tiene una serie de perspectivas en los diversos centros de formación universitaria, tanto nacionales como internacionales, caracterizados por el desarrollo de competencias globales orientadas a la innovación de procesos productivos y de servicios que buscan responder a la competencia que existe entre las organizaciones (Abet, 2016). Las competencias también están orientadas hacia la atención de los entornos sociales bajo una serie de principios filosóficos que pretenden formar al futuro ingeniero industrial para que esté preparado para comprender las variables socioeconómicas, identificar las necesidades ocupacionales desde la perspectiva de la formación profesional e identificar el entorno organizacional como parte del impacto en la sociedad. Además, es importante la atención a la tecnología que es parte del modelo de manejo de herramientas tecnológicas, tales como el planeamiento de una empresa; la planificación de una serie de recursos relacionados con la manufactura; la administración de recursos; y aspectos de telecomunicación.

Estos aspectos tratan de atender las tendencias internacionales de manejo tecnológico de los ingenieros industriales, la implementación de mecanismos de comunicación entre el entorno y la profundización tanto del mercado internacional como local. En este sentido, se atiende los sistemas de producción robusta, el respeto al medio ambiente, la digitalización de procesos para establecer índices altos de manejo de materiales bajos en contaminación, el uso de los ERP<sup>1</sup> para establecer la estandarización de los sistemas de producción que está acorde con el manejo de *softwares* de producción y manejo de base de datos para la toma de decisiones oportunas (SECUM, 2020).

En el caso de la formación de los estudiantes de ingeniería industrial, el desarrollo de las competencias tiene una serie de enfoques que van desde el desarrollo de habilidades profesionales planteadas por las

---

1 Enterprise Resource Planning

instituciones de educación superior, hasta el campo de aplicación de los conocimientos de los futuros profesionales, así como también las actitudes y valores que se desarrollan en el campo laboral. Además, la diversidad de propuestas de desarrollo de competencias y planteamientos establecidos requiere de una orientación como parte de un planteamiento global, como el caso del Proyecto Tuning América Latina: Innovación Social y Educativa, como sugerencia de una serie de competencias genéricas a través de la propuesta de consensos internacionales a nivel de una serie de países de América Latina.

Las competencias que tienen como propuesta de evaluación están enmarcadas en las sistémicas, asociadas a una serie de capacidades y habilidades que comprenden una serie de sistemas, como la fundamentación del conocimiento necesario de los profesionales de la ingeniería; la parte de la sensibilidad y la adquisición de una serie de habilidades que se han desarrollado paulatinamente como las interpersonales dentro del ámbito del trabajo colaborativo o cooperativo a nivel institucional; y las competencias denominadas instrumentales que están orientadas al manejo específico de las acciones, procesos, evaluaciones y otros aspectos que involucran la profesionalización del ingeniero.

Las otras competencias que involucran las evaluaciones están destinadas al manejo de una serie de competencias cognitivas y de dominio metodológico que están acompañadas de los conocimientos tecnológicos como parte de la formación profesional y personal. Asimismo, se viene evaluando las competencias de índole interpersonal, las cuales están destinadas a establecer los avances o limitaciones que se van dando en cuanto a las interacciones entre miembros de una organización o grupo de trabajo, el manejo tanto de ciertas habilidades sociales como interpersonales que son parte del quehacer cotidiano en un ambiente laboral y académico.

## **Metodología**

El planteamiento del estudio corresponde al tipo metodológico porque trata de establecer una propia tecnología frente al constructo

por estudiar; tal es la construcción de los instrumentos de medición con el soporte de la psicometría (Reyes, 2019). La construcción de un instrumento de medición tiene una metodología descriptiva, al establecer la situación en la que se encuentra el constructo o motivo actitudinal; se refiere a establecer el modo en el cual se manifiesta en un grupo de personas o población establecida. Al establecer el tipo descriptivo, en un primer momento, corresponde luego un estudio de carácter exploratorio, al observarse que la medición de las competencias profesionales tanto de los estudiantes de ingeniería industrial como de los profesionales de la carrera no han tenido un abordaje anterior registrado como parte de la investigación considerando el Modelo Tuning Latinoamérica dentro de un contexto tanto local como nacional (Rivero, 2021). En un tercer momento, la investigación se torna del tipo comparativo al establecer los valores diferenciados que se cuentan frente a los datos de filiación de cada uno de los participantes en el estudio, tales como la edad, género, ciclo de estudios, condición actual, aspecto laboral, entre otros datos que requieren ser comparados entre los participantes del estudio y establecer los niveles como baremos poblacionales.

En cuanto al diseño de la investigación, es del tipo no experimental, transversal y ex post facto dada la característica de no existencia de manipulación alguna de las variables en estudio. El estudio se realizará en un único momento de recojo de datos con tiempos considerados únicos, y la evaluación se realizará cuando los participantes ya han registrado la influencia de las competencias en estudio tanto como estudiantes de la universidad como profesionales que han sido expuestos a tales variables de estudio.

En relación con la población, se consideró a los estudiantes de la Universidad Continental para el periodo lectivo 2021-1, con un grupo de 44 156 estudiantes que comprenden todos los programas de estudios (Rojas, 2017). Asimismo, la muestra de estudio se refiere al grupo de sujetos que representa a la población estudiada bajo ciertas características propias que permiten establecer de manera muestral el

comportamiento del objeto de estudio (Saccuzzo y Kaplan, 2009). Como es el caso de las competencias profesionales de los estudiantes, egresados y profesionales de ingeniería industrial y tomando como elemento la construcción de una escala que permita medir dicho constructo, se seleccionaron a 560 bajo el criterio polietápico. Se tuvo una muestra final de 523 estudiantes.

La técnica de tratamiento de datos para la construcción y validación del instrumento de medición de las actitudes relacionadas con las capacidades de los futuros ingenieros industriales, tomando como base el Modelo Tuning Latinoamérica y considerando las teoría de las actitudes, ha tomado en consideración los siguientes pasos estadísticos para el tratamiento de datos: Análisis Factorial Exploratorio (AFE), rotación de factores, extracción de factores, adecuación de datos extraídos, medidas de adecuación, análisis de las comunalidades, análisis de la Respuesta Total al Ítem (ITR), entre otros.

Sobre el tratamiento de los datos, se ha seguido la secuencia de determinación del propósito, definición del constructo o variable, contextualización y adaptación, generación de los reactivos, determinación de medidas, establecimiento de los formatos de medición, análisis de la prueba piloto, análisis de los ítems y optimización de la escala.

## **Resultados**

El instrumento en construcción requiere del análisis descriptivo de los valores de análisis de fiabilidad, KMO, Prueba de esfericidad de Bartlett, análisis de la varianza explicada y la supresión como recomposición de los ítems considerando la rotación de valores Varimax con las respectivas comunalidades de los ítems. Este análisis parte de la recomposición de ítems producto de la rotación Varimax de cada ítem. Se han eliminado 29 reactivos tomando en consideración cargas de valores antiimagen menores a 0,5 y la reorganización de los subcomponentes referidos a los aportes de las variaciones entre competencias. La prueba de fiabilidad o consistencia realizada bajo

el Alfa de Cronbach para la muestra final que contiene 46 reactivos presenta un valor de 0,975, considerado dentro del rango de excelente. La propia consistencia se ha mantenido frente a la eliminación de reactivos y análisis preliminar del AFE para las competencias diseñadas. En relación con el análisis del alfa de Cronbach, si se elimina el elemento para los 46 casos, tomando como referencia la varianza del elemento en caso de ser suprimido como la correlación total de elementos corregida, se cuenta con valores superiores de 0,975 y valores inferiores en 0,974 sin la existencia de puntuaciones negativas para la correlación total de elementos corregida.

En el mismo sentido, el análisis de fiabilidad por mitades presenta resultados de 0,952 para los 23 elementos pares y 0,959 para los 23 elementos impares. Además, la correlación realizada para los formularios establece una puntuación de 0,857 con el Coeficiente de Spearman-Brown para longitudes iguales a 0,923 y el Coeficiente de Guttman de dos mitades cuenta con un valor de 0,922, considerado como excelente. Por otro lado, la validez de contenido con la prueba de Aiken para los cinco jueces en cuanto a la eliminación de reactivos que el AFE permite suprimir para mejorar la carga de los elementos genera promedios de validez de contenido de coherencia en 0,948, la puntuación para relevancia de los ítems en 0,939 y, en cuanto a la redacción, se establece en 0,904. Estos valores representan en promedio 0,930 para la validez de contenido final con V de Aiken de 0,600 como valor inferior y 1,00 para el valor superior, considerando los 46 elementos o ítems que componen el instrumento en su versión final.

Por otro lado, se realizó la validez de constructo, como parte del procedimiento de la construcción y validación de la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II) basadas en el Modelo Tuning. Este procedimiento contempló tanto el análisis de correlación individual como el análisis de correlación conjunta entre reactivos, análisis del KMO que permitió predecir los valores de carga que se otorgan a cada una de las dimensiones del instrumento denominado ECP-II. Es por ello que, considerando que el análisis de factorización de matriz apropiada se emplea desde 0,700, el resultado

de  $KMO = 0,805$  es considerado como bueno. En cuanto a la Prueba de esfericidad de Bartlett, esta presenta un Valor P (Sig. Bil) = 0,000 lo que permite rechazar la  $H_0$  de existencia de matriz de identidad y retener  $H_1$  de matriz de no identidad. Este valor representa la minimización de la suma de los cuadrados para los factores sobre el rango de las variables propuestas; en otro sentido, proporciona información sobre los puntos insesgados y unívocos en la correlación.

Por otro lado, la matriz de correlaciones permite la comprobación de cada uno de los grados que permiten establecer las correlaciones entre cada uno de los ítems para fijar una adecuada medida y proceder al realizar el AFE con determinación del KMO. La matriz de correlaciones permite determinar la asociación entre cada uno de los ítems con su propio valor y con los demás valores; las puntuaciones de correlación son entre 0 y 1. Además, se establecen las determinantes de 0,000, lo que señala la inter correlación alta para ser luego contrastada con la Prueba de esfericidad de Bartlett, acompañada del análisis de matrices anti imagen con los valores señalados en la matriz anti imagen correspondientes a cada uno de los valores de carga negativa y como elemento de correlación parcial para las covarianzas parciales del constructo medido. El análisis de correlación entre ítems, considerando los valores de carga individual, permite tomar una decisión de eliminar el ítem para mejorar el valor del KMO. La eliminación de ítems ha permitido incrementar la puntuación a 0,853 tomando en consideración suprimir cargas menores a 0,554.

Los valores de las comunalidades iniciales se encuentran próximas a 1,000 para los 46 ítems que componen la versión final de la escala. El análisis de extracción, que viene a ser la proporción o porcentaje de la varianza explicada dentro de cada uno de los componentes comunes o llamados factores de la variable, representa esencialmente el peso factorial cuando es elevado al cuadrado cada uno de los ítems. Estos valores se encuentran dentro del rango moderado de 0,4 a 0,7 con condición de comunalidad óptima. Por otro lado, la varianza total explicada VTE en la versión final de la ECP-II explica, en conjunto, el 63,402 % de la medición del constructo en su totalidad. Este valor



permite establecer, del mismo modo, la bondad de ajuste total para los tres componentes o factores del modelo factorial con análisis de correspondencia de Chi cuadrado.

En cuanto a la matriz de componentes rotados como parte de la extracción de los factores, se ha aplicado el método de Componentes principales, el cual permite fijar una serie de combinaciones de forma lineal para determinar las primeras varianzas que explican mejor o contienen la mayor cantidad de carga sobre la varianza máxima y de forma sucesiva sobre cada proporción que permita identificar el modelo factorial efectivo frente a la extracción de factores y la rotación. El análisis de distribución normal a través de la prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra señala el Valor P (Sig. Bil) = 0,000 <  $\alpha$  = 0,05, lo que permite rechazar la  $H_0$  de distribución normal para cada uno de los cinco subcomponentes: Comunicación oral y escrita, Resolución de problemas, Análisis y síntesis, Gestión de la información, y Organización y planificación, pertenecientes al componente interpersonal; en todos los casos, representan una distribución no normal de los datos.

En cuanto al análisis de correlaciones entre subcomponentes y escala global ECP-II, se halló que la Comunicación oral y escrita (A) tiene una correlación de 0,753 positiva a un nivel de significancia del 0,01 bilateral, considerada en un nivel alto de correlación. En cuanto a la Resolución de problemas (C), el valor de  $r_s = 0,905$  se sitúa en el nivel muy alto positivo de correlación. En relación con el Análisis y síntesis (G), el coeficiente de correlación es de 0,818 a un nivel de 0,01, lo que significa una correlación alta positiva. La Gestión de la información (G) tiene una puntuación de 0,771 bilateral al 0,01 para una correlación alta positiva. La Organización y planificación (A) cuenta con una puntuación de 0,882 como correlación alta y positiva con su puntuación global. Para el subcomponente Aplicar conocimientos en la práctica (G), el valor de  $r_s = 0,925$  es una correlación muy alta positiva. El valor del Trabajo en equipo (C) cuenta con el valor de correlación de 0,887, que lo ubica en el nivel de alta positiva. El subcomponente Conocimientos básicos de la profesión (G) cuenta con una puntuación de 0,710 y se ubica en el nivel de

correlación alta positiva. Por último, en cuanto a la Toma de decisiones (A), se cuenta con el valor del coeficiente de correlación en 0,807 como correlación alta positiva a un nivel de significancia del 0,01 bilateral. Además, existentes correlaciones entre los nueve subcomponentes de la escala entre las puntuaciones totales de cada uno con la puntuación global ECP-II. La Prueba de correlación de Spearman señala que los subcomponentes Comunicación oral y escrita (A), Resolución de problemas (C), Análisis y síntesis (G), Gestión de la información (G), Organización y planificación (A), Aplicar conocimientos en la práctica (G), Trabajo en equipo (C), Conocimientos básicos de la profesión (G), y Toma de decisiones (A) cuentan con el Valor P (Sig. Bil) = 0,000 <  $\alpha$  = 0,01, lo que permite rechazar la  $H_0$  de no existencia de correlación bivariada y retiene la  $H_1$ :  $\rho_s \neq 0$  sobre la existencia de correlación entre variables en estudio.

En cuanto a la determinación de los baremos, considerando la matriz de los percentiles y estadísticos básicos de la ECP-II, corresponden a sus subcomponentes Comunicación oral y escrita (COE), Resolución de problemas (RDP), Análisis y síntesis (AYS), Gestión de la información (GDI, Organización y planificación (OYP), Aplicar conocimientos en la práctica (ACP), Trabajo en equipo (TEE), Conocimientos básicos de la profesión (CBP), y Toma de decisiones (TDD). Los componentes y ECP-II global fueron establecidos a través de cuartiles. Los resultados de la tipificación para la Competencia Interpersonal (CINT) cuenta con un valor de 100,24 y la desviación estándar de 18,687 para valores mínimos de 48 puntos y puntuación máxima de 130 puntos con cuartiles  $Q_1 = 93$ ,  $Q_2 = 103$  y  $Q_3 = 113$ . La Competencia Sistémica (CSIS) cuenta con una media de 51,98 puntos y la desviación estándar está con 12,201 puntos y cuartiles  $Q_1 = 47$ ,  $Q_2 = 55$  y  $Q_3 = 60$  con puntuación mínima de 22 y máxima de 70. En cuanto a la Competencia Instrumental (CINS), el valor mínimo es de 1 y máximo 30 con media de 19,92 para una desviación estándar de 6,633 y los cuartiles  $Q_1 = 16$ ,  $Q_2 = 22$  y  $Q_3 = 24$ . La puntuación global de la ECP-II se sitúa con una media de 172,14 para una desviación estándar de 33,607, y los cuartiles vienen a ser  $Q_1 = 151$ ,  $Q_2 = 180$  y  $Q_3 = 191$  para valores mínimos de 90 y máximo de 230.

### Ficha técnica

<b>Nombre:</b>	Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial
<b>Nombre abreviado:</b>	ECP-II
<b>Autores:</b>	Luis Centeno Ramírez – Gabriela Jazzmin Sánchez Heredia
<b>Procedencia:</b>	Universidad Continental
<b>Administración:</b>	Individual - Colectiva
<b>Puntuación:</b>	Directa (suma de ítems seleccionados)
<b>Aplicación:</b>	Ingeniería, Psicología, Educación y Administración
<b>Material:</b>	Cuadernillo, cuestionario
<b>Duración:</b>	30 minutos aproximadamente
<b>Edad:</b>	16 años en adelante
<b>Componentes:</b>	Competencia Interpersonal – CINT Competencia Sistémica – CSIS Competencia Instrumental – CINS
<b>Subcomponentes:</b>	Comunicación oral y escrita – COE Resolución de problemas – RDP Análisis y síntesis – AYS Gestión de la información – GDI Organización y planificación – OYP Aplicar conocimientos en la práctica – ACP  Trabajo en equipo – TEE Conocimientos básicos de la profesión – CBP Toma de decisiones – TDD
<b>Significación:</b>	Evalúa las competencias profesionales y las actitudes
<b>Tipificación:</b>	Baremos nacionales
<b>Confiabilidad:</b>	Alfa de Cronbach = 0,975 Coeficiente de dos mitades de Guttman = 0,922
<b>Validación:</b>	Validez de contenido (V-Aiken = 0,930) Validez de constructo (KMO = 0,850) e ITR (TCC - TIF)
<b>Tipo de respuesta:</b>	Escala Likert 0 – Nunca es mi caso. 1 – Casi nunca es mi caso. 2 – Muy pocas veces es mi caso. 3 – A veces es mi caso. 4 – Casi siempre es mi caso. 5 – Siempre es mi caso.

La ECP-II se organiza considerando las competencias del ingeniero industrial. Dichos elementos son contemplados sobre la base de los fundamentos que plantea el Modelo Tuning Latinoamérica para la formación superior de las diversas carreras profesionales en América Latina, incluyendo la formación del futuro ingeniero, lo que muestra que los ingenieros industriales y su formación se encuentran inmersos de manera generalizada en las demás especialidades de la ingeniería. El instrumento mide las competencias interpersonal, sistémica e instrumental, las cuales son definidas como las capacidades que tiene todo ser humano y que le permiten, en la interacción en su quehacer diario, académico y social, resolver las diversas problemáticas que pueda enfrentar, y realizarlo de modo eficaz y manteniendo la autonomía. Estas capacidades se complementan con el desarrollo complejo del saber, del saber ser y del saber cómo hacer las cosas en este espacio de desarrollo sobre la base de las competencias que se forman a través de los años de estudio, de la interacción social y el manejo emocional. Además, se diferencian de la conceptualización de habilidades, capacidades que permiten llevar a cabo una serie de acciones. Así, las competencias son definidas como las capacidades con las que cuenta un sujeto para poder realizar una determinada actividad o acción sobre la base de la experiencia. La capacidad viene a ser el llamado potencial para poder aprender a realizar o desempeñarse frente a una determinada acción (Villasante, 2015).

La versión final del proceso de construcción y validación de la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II) basadas en el Modelo Tuning considera la totalidad de los 46 ítems distribuidos de manera aleatoria para los nueve subcomponentes y las tres competencias. Del mismo modo, considera las formas de respuesta que se deben considerar bajo la puntuación en escala tipo Likert para cada uno de los casos considerados de manera directa.

- 0 - Nunca es mi caso.
- 1 - Casi nunca es mi caso.
- 2 - Muy pocas veces es mi caso.
- 3 - A veces es mi caso.
- 4 - Casi siempre es mi caso.
- 5 - Siempre es mi caso.

N.º	Ítems	Alternativas					
1	Me agrada participar en la organización de los equipos de trabajo.	0	1	2	3	4	5
2	Prefiero utilizar los conocimientos como gerente general de la empresa.	0	1	2	3	4	5
3	Brindo confianza frente a las necesidades de los compañeros de trabajo o estudio.	0	1	2	3	4	5
4	Reconozco fácilmente lo que pretenden comunicar o requerir de mi persona.	0	1	2	3	4	5
5	Comunico asertivamente las ideas y propuestas de todo el sistema de producción.	0	1	2	3	4	5
6	Planteo alternativas de trabajo desde los resultados de información recolectada.	0	1	2	3	4	5
7	Evalúo las potencialidades de nuevos retos y formas de trabajo cooperativo.	0	1	2	3	4	5
8	Asumo la responsabilidad de utilizar mi formación como analista de procesos.	0	1	2	3	4	5
9	Comprendo los problemas y procedimientos a través del análisis de decisiones.	0	1	2	3	4	5
10	Identifico fácilmente la tercera generación del mantenimiento 3.0.	0	1	2	3	4	5
11	Escucho activamente las propuestas e ideas de los diversos equipos y personas.	0	1	2	3	4	5
12	Utilizo la tecnología para analizar la información en los procesos de producción.	0	1	2	3	4	5
13	Muestro perseverancia en la organización del trabajo colaborativo y participativo.	0	1	2	3	4	5
14	Me encuentro capaz de describir un problema y las consecuencias que genera.	0	1	2	3	4	5
15	Trabajo en equipo en la implementación integral del sistema de producción.	0	1	2	3	4	5
16	Identifico fácilmente el problema que se presenta en el proceso de planificación.	0	1	2	3	4	5
17	Planteo modelos para la toma de decisiones frente a las incertidumbres del trabajo.	0	1	2	3	4	5
18	Complemento información de la inteligencia artificial con acciones presenciales.	0	1	2	3	4	5
19	Me satisface organizar las acciones con su debida planificación y anticipación.	0	1	2	3	4	5
20	Utilizo recursos estadísticos o informáticos para resolver problemas en la industria.	0	1	2	3	4	5
21	Utilizo la negociación con el equipo para lograr acuerdos entre proveedores y clientela.	0	1	2	3	4	5
22	Planifico y desarrollo nuevos procesos o productos novedosos.	0	1	2	3	4	5
23	Conozco las nuevas tendencias de la ingeniería industrial 3.0 a nivel global.	0	1	2	3	4	5
24	Utilizo la comunicación no verbal para dar a conocer las ideas y opiniones.	0	1	2	3	4	5
25	Me interesa mucho organizar a los miembros del equipo y planear todas las acciones.	0	1	2	3	4	5
26	Sintetizo rápidamente una serie de datos o información para emitir una decisión.	0	1	2	3	4	5
27	Me encuentro en la capacidad de priorizar mantenimientos preventivos.	0	1	2	3	4	5
28	Manejo adecuadamente las técnicas de análisis o de síntesis de información.	0	1	2	3	4	5
29	Empleo la información de la inteligencia artificial para gestionar una empresa.	0	1	2	3	4	5

30	Comunico las propuestas e ideas para mejorar la administración de cadenas de valor.	0	1	2	3	4	5
31	Puedo resolver problemas relacionados con la productividad y la prestación de servicios.	0	1	2	3	4	5
32	Comprendo la necesidad de generar ideas innovadoras acordes con la tecnología.	0	1	2	3	4	5
33	Respeto las diferencias que tiene cada uno de los miembros de la organización.	0	1	2	3	4	5
34	Genero espacios de diálogo ante las nuevas situaciones laborales o de estudio.	0	1	2	3	4	5
35	Muestro interés en desmenuzar detalladamente cada situación en el entorno laboral.	0	1	2	3	4	5
36	Reconozco los lineamientos de los diversos sistemas industriales.	0	1	2	3	4	5
37	Utilizo herramientas como CRM, SCM y ERP para tomar decisiones oportunas.	0	1	2	3	4	5
38	Utilizo mi creatividad para organizar y gestionar nuevos proyectos industriales.	0	1	2	3	4	5
39	Integro equipos para analizar las necesidades para la administración de operaciones.	0	1	2	3	4	5
40	Interpreto fácilmente la información de las simulaciones en la producción.	0	1	2	3	4	5
41	Planteo procesos para resolver acciones prioritarias frente a los problemas.	0	1	2	3	4	5
42	Propongo inmediatamente al equipo acciones de mantenimiento correctivo.	0	1	2	3	4	5
43	Interiorizo la necesidad de aplicar mis conocimientos como jefe de logística.	0	1	2	3	4	5
44	Valoro el trabajo planificado para la producción o al brindar servicios.	0	1	2	3	4	5
45	Utilizo las últimas estrategias tecnológicas de instrumentación y manejo de procesos.	0	1	2	3	4	5
46	Identifico las decisiones estructuradas y no estructuradas en el trabajo.	0	1	2	3	4	5

## Discusión

El desarrollo de las capacidades profesionales del ingeniero industrial en su formación profesional puede ser muy variada. El campo laboral está orientado a diversas áreas de la gestión administrativa, la gestión de operaciones que va asociada a la calidad en la producción, el desarrollo de mecanismos orientados al rubro de servicios, la seguridad en la industria, la logística asociada a la distribución y la gestión del talento humano. Estos aspectos pueden vincularse con el campo laboral, el manejo de recursos humanos, el consumo y producción de energía, el transporte de productos provenientes de la producción, y la logística empleada. Este contraste está vinculado al aspecto teórico

formulado por el Modelo Tuning sobre la mejora de la calidad de los futuros profesionales a través de la implementación del programa para que esté acorde con la integración de los perfiles profesionales en un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje que permita implementar una serie de estrategias y condiciones para que los estudiantes participen en el proceso de construcción de su aprendizaje basado en los estándares internacionales. Además, no es ajena la determinación de los aspectos psicológicos que involucran las competencias profesionales y el desarrollo de los futuros profesionales. Dichas competencias permiten medir indirectamente el constructo de las actitudes de los estudiantes e incluso de los profesionales.

Los aspectos señalados no están separados de las propuestas de las competencias generales 4.0 que deben ser desarrolladas por los ingenieros industriales. Estas competencias fueron propuestas en investigaciones del Foro Económico Mundial (2018), ratificado casi en su gran parte por los estudios de Liboni et al. (2019), Prifti et al. (2017), Grzybowska y Lupicka (2018), Dalenogare et al. (2018), Gronau et al. (2017), Mourtzis (2018), Jerman et al. (2018) y Terrés et al. (2017). Estas propuestas se basan específicamente en el logro de las habilidades de investigación en los ingenieros industriales como pieza clave en la formulación de nuevas propuestas o en dar soluciones de manera creativa a una serie de problemáticas a las que se puedan enfrentar a través del logro del pensamiento crítico creativo, las habilidades de innovación y creatividad desde el inicio de un proceso hasta culminar el mismo de forma exitosa, el manejo de mentalidad abierta a los trabajos interdisciplinarios, la capacidad de liderazgo, las habilidades asociadas a la toma de decisiones con una autoadministración y organización, y sin dejar de lado la inteligencia emocional y los aspectos éticos del profesional con respeto a los demás.

La investigación realizada por González y Larraín (citados por Bravo, 2006) señala a las universidades como responsables de formular objetivos claros y precisos para la formación de los ingenieros considerando el enfoque sobre la base de las competencias generales y específicas. Estos objetivos, a mediano y largo plazo, deben permitir conocer

las potencialidades tanto de los estudiantes como de los profesionales para establecer los perfiles de egreso, las planificaciones curriculares, los lineamientos de investigación y el enfoque en resultados por obtenerse tomando en cuenta la información vertida, las capacidades que se van desarrollando, la valoración de los profesionales en el mercado tanto ocupacional como laboral, y, especialmente, establecer criterios de evaluación y medición de los avances y logros de los estudiantes en su formación en cuanto al desarrollo de competencias formuladas en el proceso de Bolonia (citado por Escámez y Ortega, 1988). Además, se podrá determinar el mecanismo de evaluación diferenciada del registro de calificaciones del proceso de formación concordante con la necesidad de medir las competencias instrumentales, personales y funcionales que plantean en la ECP-II. Por último, será posible medir la habilidades y potencialidades del ingeniero industrial, tomando como punto de partida el Modelo Tuning o llamado Proyecto Tuning Latinoamérica que establece una serie de competencias generales y específicas en la formación universitaria.

Reyes (citado por Rivero, 2016), sobre el desarrollo de las competencias profesionales de los ingenieros industriales, propone una serie de estrategias que consideran la formación de competencias profesionales y el logro de las habilidades individuales y colectivas tanto en la interacción académica como laboral. Además, propone establecer modelos integrales de desarrollo de competencias que integren diversos actores como también mecanismos de supervisión y evaluación en el proceso de la formación profesional a través de una serie de mecanismos presenciales y semipresenciales. Esto se contrasta con la necesidad de establecer elementos de medición de las competencias generales y específicas, enfatizando en la formación integral del profesional y considerando la individualidad, las necesidades personales, el trabajo en equipo y la responsabilidad ante sus pares como con la sociedad. Al considerar el Modelo Tuning como parte de la reforma educativa e integrar el logro de las competencias profesionales en los estudiantes de ingeniería industrial, el Proceso Bolonia (citados por Parson, Seat, y Poppen, 2016) propone la implementación de



una metodología que permita comprender y contextualizar los diversos planes de estudio, las estructuras formuladas sobre las líneas de acercamiento que estén orientadas a las competencias genéricas y a las competencias específicas del área de formación profesional, la función de créditos universitarios ECTS, la identificación de los enfoques adecuados de aprendizaje tanto para los futuros profesionales como para los estudiantes de un nivel posgrado, la promoción de la calidad educativa, y lo más importante, la evaluación de los avances y logros propuestos, utilizando las herramientas adecuadas y tomando como referencia las propuestas en el Proyecto Tuning LA. Es, en este sentido, importante el proceso de la validación tanto de contenido como de constructo de la ECP-II para establecer los valores o niveles de avances de la implementación de todas las recomendaciones que están orientadas al logro de las capacidades generales y específicas de los profesionales de ingeniería.

Niño (citado por Cruz, 2000), en su análisis de las competencias de los ingenieros industriales, señala que la formación contempla una serie de competencias básicas relacionadas con la comunicación, el desarrollo de los diversos aspectos lógicos y el dominio de la parte disciplinar de la formación académica sobre los contenidos matemáticos, lógicos, físicos, entre otros, los cuales permiten fortalecer la participación de los profesionales en la democracia y solidaridad como parte de la interacción y desarrollo de los aspectos socioemocionales. En el mismo sentido, es importante el desarrollo de una serie de competencias del ámbito laboral complementadas con las capacidades, habilidades, destrezas y aspectos actitudinales. La formación profesional incorpora el diseño y la planificación de acciones para la participación individual y colectiva para optimizar la interacción dentro del campo laboral y social, a través de una serie de acciones, diseños, planificación oportuna, evaluación, retroalimentación, reingeniería y desarrollo de competencia no observables, como el caso de las actitudes, para poder contribuir con el desarrollo de la sociedad. La construcción de la escala ECP-II propone medir el desarrollo de dichas habilidades, capacidades y destrezas en un ámbito cognoscitivo y emocional. Estos resultados muestrales contrastan con la propuesta de

creación y validación de un instrumento que aporte a la evaluación de las competencias personales, funcionales, instrumentales y sistémicas de los profesionales o los estudiantes de ingeniería industrial como el caso del Proyecto Tuning Latinoamérica.

El estudio realizado por Rojas (2017), asociado a la misión que cumple la universidad en la formación del futuro profesional de ingeniería industrial, tiene como propósito establecer una serie de elementos para el campo teórico, la formación profesional, y el logro de capacidades y competencias a través de evaluaciones y mediciones de acuerdo con las necesidades de logro frente a la sociedad del conocimiento. Se formula una serie de elementos sobre la adecuada funcionalidad de los profesionales, la mejora de los saberes, el logro de la integridad en la formación del ingeniero industrial, la potencialización de los mecanismos cognitivos y emocionales, el manejo de competencias profesionales, la gestión curricular, la medición del proceso de formación, y la utilización de mecanismos ligados a la parte cognoscitiva. Esto difiere de la propuesta de construir un instrumento que permita medir el logro o desarrollo de las capacidades y competencias dentro del ámbito funcional, emocional y actitudinal como parte de un complejo entorno de formación basado en modelos internacionales como el caso del Proyecto Tuning Latinoamérica. En cuanto al perfil del egresado, el Modelo Tuning considera las actitudes como parte elemental en una sociedad, pues son importantes el desarrollo de las habilidades blandas, el manejo de las capacidades orientadas al análisis y la síntesis, la formulación de un aprendizaje autónomo y, sobre todo, el manejo de metodologías de uso apropiado del conocimiento que consolida las habilidades dentro de la carrera profesional.

Medellín (2011) enfoca su análisis en las competencias del ingeniero industrial que se encuentra en el campo laboral, enfatizando en la necesidad de contar con elementos que permitan medir la calidad de la labor, e identificar las competencias logradas en los profesionales y las alternativas por ser implementadas para el desarrollo de estas. Los resultados señalan poco desarrollo de competencias básicas asociadas a la función técnica, limitaciones en el desarrollo de los aspectos per-

sonales, y necesidades de contar con avances de logro de habilidades, competencias y actitudes de los profesionales. La ECP-II se enfoca en la medición de las competencias básicas, y la caracterización de las ponderaciones del desarrollo de los componentes y subcomponentes en dichas funciones tanto principales como específicas del ejercicio profesional. Esto se contrasta con la necesidad de construir y validar un instrumento que permita recolectar la información sobre el desarrollo de las competencias profesionales de la ingeniería industrial basadas en el Modelo Tuning para América Latina que hace referencia a las competencias generales y específicas de las diversas áreas asociadas a las competencias de la formación profesional.

En cuanto a las competencias profesionales de los ingenieros industriales, La Rosa (2013) señala una serie de competencias que se estructuran dentro de la carrera profesional que está orientada hacia las competencias generales que se deben lograr y enfatizar las específicas o las llamadas directivas. Estas competencias, desde su punto de vista, permiten a los profesionales y a los futuros profesionales manejar una serie de estrategias dentro del ámbito de la tecnología, la ciencia y la comunicación efectiva; asociar al campo educativo; establecer parámetros para la formación profesional; y evaluar y calificar el proceso de formación profesional. La formulación de los objetivos que corresponden a la creación de un instrumento que permita medir y facilitar la evaluación de las competencias profesionales del Ingeniero industrial permite identificar los logros de las capacidades que se van desarrollando, medir el desarrollo de las competencias generales o las directrices que se establecen dentro de las mallas curriculares e identificar los niveles que se han logrado en cada una de ellas. En contraste con lo señalado, la estructura intelectual del profesional se mide a través de las competencias instrumentales formuladas en la ECP-II vinculadas tanto a las competencias generales como específicas, con la propuesta de establecer estructuras y programas educativos en cuanto a las diversidad y autonomía, formulación de logros, planes de estudio y capacidades estandarizadas de acuerdo con los resultados por niveles establecidos y la tipificación dada.

Bayona y López (2016), sobre el dominio de las diversas competencias profesionales asociadas a la investigación con especificación en el clúster ingeniería, plantean analizar cada una de las competencias del ingeniero industrial como parte de redes de formación y establecen una relación con la tecnología que va adoptando dentro de la profesionalización en las universidades. Estas competencias que se van desarrollando van asociadas a una serie de investigaciones que involucran los aspectos cognoscitivos adquiridos a lo largo de la carrera profesional, los cuales aplican la matemática, la lógica, los conocimientos tecnológicos, los procesos, las nuevas tendencias en la ingeniería que avanzan con el transcurrir de los años y, sobre todo, la incorporación de las capacidades personales que cuentan los ingenieros industriales para poder mejorar la gestión de una empresa u organización a través de la aplicación de una serie de habilidades, destrezas y las competencias con las que cuentan para ser de ventaja para una organización. Esto se contrasta con el Proyecto Tuning que hace referencia a la incorporación de una serie de elementos que permitan obtener mejores resultados a través del manejo de las capacidades en bienestar de la organización y la superación personal, la cual requiere ser medida y evaluada en la toma de decisiones a nivel institucional como parte de las acciones de la formación profesional.

La investigación realizada por Esquivel y Zárate (2019) sobre las competencias profesionales de un grupo de ingenieros que están en la rama civil y con mucha relación con la empleabilidad de ingenieros industriales, plantea la evaluación de las competencias profesionales y la incidencia que tienen en el mercado laboral, especialmente como parte de la empleabilidad. Señalan que más del 72 % de los estudiantes manifiestan que no accedieron a una serie de capacitaciones orientadas al desarrollo de sus competencias profesionales para poder aplicarlas directamente en campo laboral. Esto ha sesgado los aprendizajes a situaciones cognitivas o desarrollo de contenidos y manejo de información a diferencia del logro de competencias, lo que ha significado limitaciones en la potencialización tanto de habilidades como destrezas al incidir de gran manera en el campo ocupacional. En este sentido, es

importante contar con un instrumento de medición de las capacidades generales y específicas desde la formación universitaria de los ingenieros industriales e incluso de otras carreras para identificar las necesidades instrumentales, personales y actitudinales.

## Conclusiones

El instrumento en su versión piloto tiene una validez de contenido de 0,925, comprobada a través de la Prueba de Aiken en cuanto a la relevancia, coherencia y redacción para una prueba piloto con cinco jueces. En cuanto a la versión final, la validez de contenido con la Prueba de Aiken es de 0,904. En ambos casos, es considerada adecuada para los criterios establecidos bajo criterios de calificación dicotómicos.

El análisis de validez predictiva o concurrente para la versión final de la ECP-II, luego de la depuración de ítems menores a  $r_s = 0,500$ , tiene puntuaciones de correlaciones de Spearman con valores inferiores y superiores para  $0,548 < r_s < 0,853$  a un nivel de significancia del 0,05 bilateral, considerados como correlaciones moderadas positivas hacia alta positiva para estudios psicométricos.

El análisis de KMO y Prueba de Bartlett permiten establecer el Análisis Factorial Exploratorio, al rechazar la  $H_0$ . La matriz de correlación es una matriz de identidad ( $B_t = 0$ ), para KMO = 0,805 considerado en el rango de bueno con un Sig. Bil = 0,000 para Bartlett.

La Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II) sobre la base del Modelo Tuning Latinoamérica tiene una varianza total explicada de 63,402 % para los tres componentes empleados en el estudio, lo que determina el porcentaje del factor que influye en las competencias del ingeniero industrial.

La matriz de componentes rotados con el Método Varimax establece los tres componentes del instrumento, utilizando el análisis de componentes rotados con el método de rotación Varimax con normalización de Kaiser en ocho interacciones con 26 ítems para la competencia interpersonal, 14 elementos para la competencia sistémica y 6 elementos para la competencia instrumental.

La matriz de transformación de componentes permite identificar las competencias recompuestas con dos subcomponentes para el componente instrumental. En el caso del componente interpersonal, se concluye la presencia de cinco subcomponentes y el componente sistémico con dos subcomponentes.

El análisis de correlación entre subcomponentes y componentes establece la presencia de correlación entre dichos elementos que componen en conjunto la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II), con valores de  $r_s = 0,753$  y superiores, considerados como correlación alta positiva entre elementos que aportan en conjunto la medición tanto del constructo como de los subcomponentes entre la escala global.

La Teoría de Respuesta a los Ítem (TRI) permite estimar que existe una alta relación entre la puntuación total o puntuación directa del instrumento y el nivel de habilidad de los evaluados considerados con el total de reactivos a través del TCC. Esta medición de los rasgos latentes señala que no existen niveles altos de dificultad, el nivel de discriminación es el adecuado y el índice del azar no es alto. Se concluye, entonces, que los evaluados cuentan con un grado adecuado de dominio frente a las competencias medidas.

Los resultados del Test Information Function (TIF) señala que no hay una diferenciación entre los evaluados, y se excluyen las confusiones y valores perdidos frente a respuestas sesgadas o mal interpretadas que puedan existir en conjunto dentro de la Escala de competencias profesionales del ingeniero industrial (ECP-II).

## Referencias

- ABET (2016). *Engineering: Engineers Canada Bilateral MRA*. Canada.
- Bayona, A. y López, P. (2015). *Análisis de dominio de la investigación en competencias profesionales, clúster ingeniería y tecnología*. (Tesis de licenciatura, Universidad de Piura).
- Bravo, N. (2006). *Competencias proyecto Tuning-Europa, Tuning - América Latina*. Bogotá, D.C.

- Cruz, S. (2000). *Una explicación didáctica a la formación de competencias, Serie de Formación de formadores II*. Cedinpro. Bogotá.
- Escámez, J. y Ortega, P. (1989). *La enseñanza de actitudes y valores*. Valencia, Nau Libres.
- Esquivel, R. y Zárate, E. (2019). *Competencias profesionales y su incidencia en la empleabilidad de los egresados de construcción civil del instituto privado regional del sur y del instituto público Vilcanota de Sicuani*. Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú.
- La Rosa, G. (2013). *Competencias profesionales: estructura intelectual de la investigación*. Piura, Perú.
- Medellín, E. (2011). Análisis de competencias en el ejercicio profesional del ingeniero industrial, por la industria manufacturera de León. Guanajuato: Academia Journals, 2011, vol. 5.
- Parsons, J., Seat, e., & Poppen, W. (2016). Enabling Engineering Performance Skills: A Program to Teach Communication, Leadership, and Teamwork. *Journal of Engineering Education*, 2016, vol. 90.
- Reyes, A. (2019). *Propuesta de una Metodología para la Formación de Competencias Profesionales a través de la Disciplina Principal Integradora en la carrera de Ingeniería Industrial en el modelo semipresencial*. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/31110/Armando%20Reyes%20Arbolaez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rivero, L. (2016). *Competencias, una forma de estandarización global*. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rojas, L. (2017). *Competencias genéricas en ingeniería orientadas desde la tercera misión de la universidad*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, Colombia.
- Saccuzzo y Kaplan (2009). *Psychological Testing: Principals, Applications, Issues*. United States: Cengage.
- SECUM (Consejo para la Unidad de Mercado) (2020). *Actividades profesionales-Competencias profesionales: Ingeniería industrial*. Valencia, España.
- Villasante, J. (2015). *Perfil de egreso y logro de competencias formativas de los egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial UAC (2015)*. [tesis de maestría, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/1949>