



Perfiles Educativos

ISSN: 0185-2698

perfiles@unam.mx

Instituto de Investigaciones sobre la
Universidad y la Educación
México

García Alcaraz, Jorge Luis; Maldonado Macías, Aidé Araceli
Atributos deseables en ingenieros que desempeñan cargos gerenciales en maquilas
Perfiles Educativos, vol. XXXIV, núm. 137, 2012, pp. 145-161
Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13223062009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Atributos deseables en ingenieros que desempeñan cargos gerenciales en maquilas

JORGE LUIS GARCÍA ALCARAZ* | AIDÉ ARACELI MALDONADO MACÍAS**

Los ingenieros que ocupan posiciones gerenciales en maquilas tienen personal a su cargo y son evaluados en su desempeño en la administración de éstos, sin embargo se conoce poco en relación a los atributos que les son evaluados. Este artículo reporta los resultados de un análisis factorial exploratorio (AFE) y un análisis factorial confirmatorio (AFC), realizados a partir de un cuestionario aplicado a 271 ingenieros-gerentes que contiene 16 atributos. Se encontró que cinco factores explican 67.98 por ciento de la variabilidad de todos los atributos, los cuales se relacionan con su capacidad para comunicarse y ejecutar planes de trabajo, organizar y realizar trabajo en equipo, ejercer liderazgo e integrar y negociar planes.

Palabras clave

Análisis factorial
Ingenieros
Maquiladoras
Recursos humanos
Medida del desempeño

The engineers who hold management positions in maquila factories have to cope with staff responsibilities and their performance in personnel management is usually assessed, although quite little is known about the qualities that are assessed. This article reports the results of an exploratory factorial analysis (EFA) and a confirmatory factorial analysis (CFA) carried out by means of a questionnaire implemented to 271 engineering managers that contains 16 qualities. The authors found out that 5 factors explain 67.98 percent of the variability of all the qualities, which are related to their ability to communicate and implement working programs, to organize and carry out team work, to exert leadership and to negotiate plans.

Keywords

Factorial analysis
Engineers
Maquila factories
Human resources
Performance measuring

Recepción: 2 de agosto de 2010 | Aceptación: 22 de abril de 2011

* Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Profesor investigador en el Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Áreas de investigación: análisis de decisiones multicriterio para evaluación y selección de tecnología; modelado de sistemas de producción y evaluación; y factores clave de éxito en los negocios. Publicaciones recientes: (2012, en coautoría con A. Alvarado y M.C. Juárez), "Benefits Of Advanced Manufacturing Technologies", *African Journal of Business Management*, vol. 6, núm. 5, pp. 1119-1125; (2012, en coautoría con A. Iniesta), "Problems in the Implementation Process of Advanced Manufacturing Technologies", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, en prensa. CE: jorge.garcia@uacj.mx

** Doctora en Ciencias en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Profesora investigadora en el Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Áreas de investigación: transferencia de tecnología y ergonomía cognitiva. Publicaciones recientes: (en coautoría con J.L. García y A.A. Alvarado), "Selección de proveedores basado en análisis dimensional", *Revista Contaduría y Administración*, en prensa. CE: amaldona@uacj.mx

INTRODUCCIÓN

La manufactura de un producto, y los procesos industriales que se requieren para ello, siempre han sido considerados como una ventaja competitiva para las empresas e incluso muchas veces son vistos como secretos industriales, lo que le ha permitido a muchas empresas y países generar patentes y derechos de propiedad, lo que sin duda es sinónimo del nivel económico de los mismos. Incluso, muchos estudios han buscado establecer asociaciones y relaciones entre esos dos parámetros: el nivel económico y los niveles industriales que se tienen en un país o empresa (Skinner, 1974; Buffa, 1984; Hayes y Wheelwright, 1984; Berdek y Jones, 1990; Hanna, 2008; Marquis y Trehan, 2010).

Por ejemplo, en la actualidad, países carentes de recursos naturales han enfocado sus investigaciones hacia los procesos de producción, y se considera que muchos de ellos son potencias industriales; tal es el caso de Japón, Singapur y Finlandia (Samson *et al.*, 1993; Yuan *et al.*, 2010; Madsen, 2010). Sin embargo, para el logro de esos beneficios y éxitos en los sistemas de producción, se requiere de la intervención de ingenieros, que son los encargados de aplicar todos esos conocimientos teóricos y hacerlos prácticos o útiles a la sociedad en forma de productos o servicios (Ingvar, 1983); los cuales deberán de cubrir una serie de necesidades del consumidor final, tales como calidad, bajo costo y entrega rápida (Berdek y Jones, 1990; Ritter *et al.*, 1998; López-Pueyo *et al.*, 2008). Además, este personal responsable de los sistemas de producción, generalmente ingenieros en diferentes áreas del conocimiento, debe ser capaz de desempeñar diversas funciones operacionales y administrativas, lo que implica que su educación esté basada principalmente en competencias (Ruiz, 2004; Letelier *et al.*, 2005; Tirado *et al.*, 2007).

Así pues, el ingeniero ocupa un papel muy importante en el desarrollo y éxito de las empresas manufactureras en que se desempeña profesionalmente y no cabe duda de que todos

los estudiantes de ingeniería quisieran saber qué es lo que les será evaluado en las empresas para medir su desempeño y ser profesionistas exitosos. Sin embargo, son pocos los estudios que se enfocan en determinar cuáles son esos atributos que los distinguirían y es aceptado que muchos de ellos se asocian con la capacidad de administrar personal (Jones, 2001; Murphy, 2006), ya que al egresar de la universidad, por su preparación académica, el ingeniero rara vez ocupa puestos en líneas de producción, sino que se asocia más con puestos de supervisión o de gerencia, lo que implica tener a su cargo personal, máquinas y procesos. Algunos trabajos se han enfocado en determinar las funciones de los ingenieros, tanto a nivel operativo como administrativo, pero en términos muy generales (Banares-Alcantara, 2010; Kassim y Ali, 2010), sin definir exactamente qué cualidades se requieren para poder desempeñar ese puesto.

Así, los conocimientos y habilidades del ingeniero no deben ser solamente técnicos, ya que debe conocer información relacionada con el sector en el cual se desarrolla y tener habilidades interpersonales que le permitan comunicarse en ambos sentidos de la estructura organizacional; también debe tener sensibilidad humana, ya que coordina personal que también desea desenvolverse profesionalmente. Asimismo, dado que en la actualidad los sistemas de automatización son muy avanzados, también requiere de conocimientos en tecnologías avanzadas para la manufactura, las aplicaciones de las mismas y amplio criterio para dirigir el cambio y mejora en los sistemas de producción que están bajo su responsabilidad, ya que no son estáticos y se requiere administrar el dinamismo para mantenerse competitivos (Ritter *et al.*, 1998; Carrington *et al.*, 2005; Downey, 2005).

Así, ante la intensa competitividad de los sistemas globalizados, en la actualidad el ingeniero no tiene que ocuparse solamente de la cantidad de producción, sino de las tecnologías requeridas, los procesos involucrados y, ante todo, del personal que está directamente involucrado en

las líneas de producción. Y aquí es donde nace el problema, dado que por su enfoque ingenieril, no recibe un entrenamiento profundo en administración de recursos humanos.

En relación a esos atributos y habilidades que debe tener el ingeniero, algunos autores como Maddocks *et al.* (2002) han listado cinco rubros genéricos, los cuales son: conocimiento y capacidad de entendimiento, habilidades intelectuales, capacidades prácticas, *capacidades para la transferencia de ideas* y cualidades donde se integra la capacidad de ser creativo. Sin embargo, no definen el nivel de importancia que tiene cada uno de ellos o su relación de interdependencia, aunque es fácil observar que la capacidad para la transferencia de ideas es lógicamente una cualidad que se asocia con el manejo de personal y la comunicación con sus subalternos y jefes inmediatos superiores.

Uno de los trabajos más completos en relación a los atributos que requiere un administrador que se desempeña en industrias de manufactura es el de Ritter *et al.* (1998), quien menciona que existen tres categorías, las cuales se asocian al puesto o cargo administrativo, las habilidades para manejar personal y, finalmente, las características propias de la personalidad del administrador. Sin embargo, en este trabajo desarrollado en Australia sólo se hace un análisis descriptivo univariable donde se presentan medidas de tendencia central y dispersión, por lo que no se analizan las relaciones de tipo multivariable y no se miden asociaciones o relaciones.

En el caso particular de México, la ingeniería también ha llamado la atención de investigadores que desde diferentes enfoques han permitido que se conozcan varios aspectos. Por ejemplo, Ruiz (2004) se ha enfocado en los contenidos de las asignaturas y la actividad que desarrolla el ingeniero al egresar; sin embargo, tal como menciona Cuevas (2006), son pocos los estudios que se realizan y sólo cubren aspectos asociados a la historia de la ingeniería como ciencia y carrera profesional en México (Garduño, 1991); otros, por su

parte, analizan la necesidad y profundidad de las matemáticas (Fernández y Luna, 2004), así como fenómenos clásicos del proceso de enseñanza superior en la ingeniería, tales como la deserción y reprobación (Álvarez, 2002); y finalmente, la aplicación de la ingeniería en la industria, donde ya se resuelvan problemas de la sociedad (Dettmer, 2003).

Esta falta de investigación, y la necesidad que se tiene por conocer los atributos que el ingeniero requiere para lograr un buen desempeño profesional, motivaron esta investigación. Se inició con la traducción de los atributos identificados por Ritter *et al.* (1998) referentes a los tres aspectos fundamentales: los atributos asociados al puesto, los requeridos para el buen manejo de personal y los asociados a la personalidad propia del ingeniero. Sin embargo, dado que la administración de recursos humanos no forma parte del contenido curricular de muchas ingenierías, este artículo tiene como objetivo analizar los atributos asociados a esta capacidad en el ingeniero, determinar los niveles de importancia que tienen y encontrar posibles asociaciones entre los mismos.

METODOLOGÍA

Para cumplir con el objetivo planteado anteriormente (determinar los atributos y habilidades requeridos en un ingeniero para lograr un buen desempeño en la administración de personal), se trabajó en diferentes etapas, las cuales estaban asociadas con la identificación de los atributos, la elaboración de un cuestionario, la aplicación a ingenieros en las industrias maquiladoras y el posterior análisis de la información. Las etapas se discuten brevemente a continuación.

Primera etapa. Identificación de los atributos y creación del instrumento

Se realizó una revisión bibliográfica para determinar las principales habilidades y destrezas que los ingenieros deben de poseer para

lograr un desempeño eficiente en relación a la administración de recursos humanos. En el trabajo de Ritter *et al.* (1998) se identificaron un total de 48 atributos, 13 de ellos asociados a la administración de personal. Con esos 48 atributos se construyó un cuestionario inicial, dividido en las tres dimensiones que se han mencionado: atributos asociados al puesto, administración de personal y personalidad del ingeniero, mismo que se aplicó a un total de 88 ingenieros que laboraban en empresas maquiladoras ubicadas en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, con la finalidad de obtener una validación por jueces. Asimismo, en cada una de las secciones se dejó espacio para que los encuestados, basados en su propia experiencia, anotaran los atributos que ellos consideraban necesarios, que no aparecían en la lista inicial y que eran propios del entorno, ya que el trabajo de Ritter *et al.* (1998) había sido aplicado en Australia.

Esa validación por jueces permitió identificar más atributos en todas las secciones, específicamente tres atributos asociados a la administración de personal, por lo que en esa sección se obtuvo un total de 16 atributos en el cuestionario final, los cuales se consideraron suficientes para explicar la dimensión (Hambleton, 1994; Wang *et al.* 2006). Aunque el cuestionario final contenía 49 ítems, dado el objetivo que se pretende en este trabajo (identificar los atributos asociados al manejo de personal), en el Cuadro 1 se ilustran los mismos; a cada uno se le añadió una abreviación que es empleada en el análisis factorial exploratorio (AFE) y análisis factorial confirmatorio (AFC).

Cuadro 1. Atributos y su abreviación

Atributo	Abreviación
Habilidades de comunicación	HabComuni
Habilidad de implementar/manejar cambios	HabCambio
Habilidad de desarrollar/ejecutar planes	HabEjePlan

*Cuadro 1. Atributos y su abreviación
(continuación)*

Atributo	Abreviación
Escuchar y apoyar a su equipo (o personal)	EscApoyEqu
Estilo de liderazgo efectivo	EstLider
Habilidad para marcar objetivos	HabMarObj
Construir equipos y ser colaborativo	ConsEqui
Habilidad de motivar	HabMot
Habilidad para organizar a otros	HabOrgOtr
Desarrollar y entrenar a otros	DesEntren
Visión y confianza en su misión	VisConfMis
Trabajar con rangos de personas	TrabRangP
Habilidad para vender ideas	HabVendId
Orientación a servicio al cliente	OrieServCli
Habilidades de negociación	FueHabNeg
Estilo de manufactura participativo	EstManufP

El cuestionario final debía ser contestado en una escala Likert (1932) que comprendía valores mínimos de uno y máximos de cinco, tal como se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Escala de evaluaciones

Valor	Significado
1	El atributo no es importante en la evaluación del desempeño del encuestado.
2	El atributo es ligeramente importante en la evaluación del desempeño del encuestado.
3	El atributo es regularmente importante en la evaluación del desempeño del encuestado.
4	El atributo es importante en la evaluación del desempeño del encuestado.
5	El atributo es muy importante en la evaluación del desempeño del encuestado.

Segunda etapa.

Aplicación del cuestionario

Para aplicar el cuestionario final se recurrió a un directorio de la AMAC (Asociación de Maquiladoras, A.C., de Ciudad Juárez, Chihuahua), donde aparece información relacionada con 321 empresas maquiladoras establecidas en esa ciudad, lo que

permitió establecer comunicación vía telefónica y por medio de correo electrónico con 781 ingenieros de diversas especialidades que se desempeñaban en diferentes sectores industriales.

Se acudió directamente a la dirección postal de los posibles entrevistados para realizar la encuesta; sin embargo, muchos no pudieron responderla en la primera cita establecida, por lo que se acordó realizar hasta un total de tres citas antes de abandonar ese caso, dado que requería demasiado tiempo obtener la información. De la misma manera, a los ingenieros a quienes se les envió la encuesta vía correo electrónico se les hicieron hasta tres recordatorios por el mismo medio, con intervalo de dos semanas, luego de lo cual, si no se tenía respuesta, el caso también se abandonaba.

Tercera etapa. Captura de la información y validación del instrumento

Dado que se tenía un total de 49 variables o atributos evaluados, 16 de éstos asociados a la administración de personal, se hizo uso del *software* SPSS 18 para la captura de la información, ya que permitía el arreglo matricial de cada uno de los casos o encuestas y de las variables. Así se generó una base de datos con variables en las columnas y casos en las filas.

Una vez capturadas todas las encuestas en SPSS, se procedió a realizar una validación estadística del cuestionario, comúnmente llamada análisis de fiabilidad, ya que solamente se tenía una validación racional basada en la revisión de literatura y una validación por jueces. Para lograr lo anterior, se usó el Índice Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) de manera global para cada una de las secciones del cuestionario; además, el resultado obtenido se comparó con el generado al realizar la partición en dos mitades, cada mitad con ocho atributos en el caso de aquellos asociados a la selección de personal.

Cuarta etapa. Análisis descriptivo de la información

Como se mencionó anteriormente, la respuesta a las preguntas fue dada en función de la escala descrita en el Cuadro 2. Esta es totalmente subjetiva y constituye una escala ordinal, por lo cual no se puede usar la media aritmética como medida de tendencia central; es por ello que se recurrió a la mediana y a la moda (Denneberg y Grabisch, 2004; Pollandt y Wille, 2005; Nordgaard *et al.*, 2010). Mediante este análisis se pudo determinar cuáles atributos eran considerados más importantes de manera unidimensional.

Asimismo, dada la escala en que estaban representadas las respuestas de los atributos, como medida de dispersión se usó el rango intercuartílico, ya que denota la diferencia en el tercer y primer cuartil, además de que incluye a la mediana, o segundo cuartil (Tastle y Wierman, 2007).

Quinta etapa. Análisis factorial exploratorio (AFE)

Antes de aplicar el análisis factorial exploratorio se realizó una serie de pruebas para determinar la factibilidad de aplicar la técnica al conjunto de datos que se tenían. Las pruebas consistieron en analizar la matriz de correlaciones, donde se buscó que todos los valores fueran mayores a 0.3 (Nunnally, 1978; Nunnally y Bernstein, 1995). Asimismo, se analizó el índice KMO (Kaizer-Meyer-Olkin), el cual debe ser mayor a 0.8, y se aplicó una prueba de esfericidad de Bartlett a los datos, la cual proporciona una medida del error, ya que su índice está basado en el estadístico χ^2 y tiene grados de libertad con base en el tamaño de la muestra (Lévy y Varela, 2003).

Si la matriz de correlaciones de los atributos cumplía con las pruebas de factibilidad, se aplicaba el análisis factorial exploratorio, el cual se realizó por el método de componentes principales, dada la facilidad de interpretación

que tiene, y se consideraron como importantes aquellos factores que tenían un eigenvalor superior a la unidad, ya que ello indicaba que podían explicar al menos a la variable que representaban (Norman y Streiner, 1996). Sin embargo, para lograr tener una mejor interpretación de los datos se aplicó una rotación Varimax, la cual busca asignar la máxima comunalidad en un solo factor (Lévy y Varela, 2003), a diferencia de otros, que buscan extraer la máxima varianza de la variable en diferentes factores, lo que dificulta su interpretación y asociación a uno de esos.

Sexta etapa. Análisis factorial confirmatorio (AFC)

Los resultados obtenidos mediante el análisis factorial exploratorio fueron validados mediante un análisis factorial confirmatorio que se realizó en el *software* AMOS 18; los factores encontrados en el AFE fueron identificados como variables latentes mediante elipses (variables no observadas) y los atributos que se asociaban a éstos mediante rectángulos (variables observadas), los cuales tenían un error de medición, identificado mediante un círculo.

Se analizaron los valores obtenidos de las relaciones de cada factor con los atributos o ítems que los integraban y se establecieron límites superior e inferior de dichos valores a un nivel de 95 por ciento de confianza, lo que permitió identificar relaciones espurias si el intervalo incluía al cero (Jöreskog y Sörbom, 1984; Tanaka y Huba, 1985). Asimismo, se usó el índice chi cuadrada (χ^2 , CMIN) como una medida del error que existía entre los valores generados por el modelo propuesto (valores estimados) y los que se habían obtenido en la encuesta (valores dados), los grados de libertad con que se hacía la inferencia (DF) y la relación de los dos parámetros anteriores (CMIN/DF) (Wheaton, 1987; Carmines y McIver, 1981; Marsh y Hocevar, 1985; Byrne, 1989).

Asimismo, se usaron otros índices, tales como el de bondad de ajuste, que se sugiere sea

mayor a 0.9 para afirmar que el modelo es suficientemente explicativo (Jöreskog y Sörbom, 1984; Tanaka y Huba, 1985). Sin embargo, es muy difícil que el modelo inicial sea eficiente en todos los parámetros medidos, por lo que la determinación de un modelo final se realiza de manera iterativa, lo cual está enfocado a disminuir el error del modelo (medido por el índice de la χ^2), evitando perder grados de libertad para realizar las inferencias (Jöreskog y Sörbom, 1989).

Los cambios entre un modelo y otro se realizaron con base en los índices de modificación, los cuales son valores que representan la cantidad en que disminuye el error del modelo, si se establece una relación entre los factores, entre los atributos evaluados o entre los errores de los atributos, lo que trae consigo una mejoría en el error tipo I (p) (Cochran, 1952; Gulliksen y Tukey, 1958; Jöreskog, 1969).

Así, para determinar si un cambio había sido eficiente se usó el índice comparativo de ajuste (CFI), el cual mide la eficiencia de un nuevo modelo generado con base en uno anterior, aceptando un nuevo modelo si el CFI se incrementa en al menos 0.01 (Bentler, 1990; McDonald y Marsh, 1990). Asimismo, al reducir el valor de la chi cuadrada se observaron los valores de la raíz cuadrada media residual (RMR), misma que se sugiere que sea menor a 0.05 para considerar que el modelo es eficiente (Steiger y Lind, 1980; Browne y Cudeck, 1993).

También, dado que no todos los ingenieros contactados vía telefónica y correo electrónico respondieron la encuesta, se tenían restricciones con el tamaño de la muestra para poder hacer inferencias; es por ello que para cuidar ese aspecto se usó el Índice Crítico de Hoelter con un nivel de significancia del 0.05 (Hoelter, 1983; Bollen y Liang, 1988).

RESULTADOS: ANÁLISIS APLICADO

Dado que el objetivo de este artículo es presentar los resultados de los atributos requeridos por un ingeniero para lograr una buena

administración de personal (y que corresponde a la segunda sección del cuestionario que se aplicó), en este reporte no se hace una descripción completa de la muestra, misma que ya ha sido publicada por García y Romero (2011); ahí se reportan los atributos asociados al puesto y requeridos por un ingeniero que ocupa posiciones administrativas dentro de una empresa (primera sección del cuestionario final aplicado).

Sin embargo, cabe mencionar que la muestra contenía un total de 271 ingenieros encuestados con diferente formación profesional y que provenían de diferentes sectores de empresas establecidas en Ciudad Juárez, Chihuahua.

En esta subsección se ilustran los resultados obtenidos de aplicar los procedimientos expuestos en la sección metodológica.

Validación del cuestionario

El índice Alfa de Cronbach dio un resultado inicial de 0.896, sin que se observara mejoría si se eliminaba alguno de los ítems, por lo que el análisis se realiza con los 16 iniciales. Con la división de la muestra en dos mitades iguales de ocho ítems, se observaron valores Alfa de Cronbach de 0.847 y 0.822 para cada una de ellas. Lo anterior indica que el cuestionario fue válido y por ende se pudo realizar el análisis en la información obtenida.

Análisis descriptivo

En el análisis univariable se obtuvo la mediana y moda como medidas de tendencia central (Cuadro 3); los ítems aparecen ordenados de manera descendente en relación a la mediana, respecto de la cual es fácil observar que 13 ítems tienen valores superiores a cuatro, lo cual indica que son muy importantes para los encuestados; mientras que los otros tres tienen valores inferiores al cuatro, lo cual significa que son simplemente importantes en la medida del desempeño de los ingenieros. Los tres atributos que alcanzan una mediana más alta son un estilo de liderazgo efectivo, habilidad para desarrollar y ejecutar planes y, finalmente, escuchar y apoyar a su equipo de trabajo.

Tanto el resultado anterior como la inferencia hecha en función de la mediana quedan corroborados por los resultados que se observan en la columna correspondiente a la moda, en la que se identifican 12 atributos con un valor de cinco (máximo valor en la escala) y el resto, con valor de cuatro. Ello indica que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que todos los atributos son importantes.

En relación al rango intercuartílico obtenido de la diferencia entre el percentil 75 y el 25, se han señalado los valores más bajos con un asterisco simple (*) y los valores más altos con un doble asterisco (**).

Cuadro 3. Análisis descriptivo de los datos

Atributo	Mediana	Moda	Percentiles		RI
			75	25	
Un estilo de liderazgo efectivo	4.46	5	3.75	4.69	0.94 *
Habilidad de desarrollar/efecutar planes	4.45	5	3.69	4.87	1.18 *
Escucha y apoya a su equipo (o personal)	4.45	5	3.75	4.79	1.04 *
Sensatas habilidades de comunicación	4.44	5	3.7	4.96	1.26
Habilidad de implementar/manejar cambios	4.32	5	3.53	4.92	1.388
Habilidad de marcar objetivos	4.32	5	3.57	4.91	1.34
Habilidad para organizar a otros	4.32	5	3.54	4.92	1.382
Habilidad de motivar	4.31	5	3.47	4.94	1.472
Visión y confianza en su misión	4.26	5	3.38	4.9	1.518
Construye equipos y es colaborativo	4.21	4	3.45	4.83	1.376

Cuadro 3. Análisis descriptivo de los datos (continuación)

Atributo	Mediana	Moda	Percentiles		RI
			75	25	
Desarrolla y entrena a otros	4.18	5	3.33	4.85	1.519
Habilidad para vender ideas	4.17	5	3.25	4.86	1.614 **
Orientación a servicio al cliente	4.13	5	3.18	4.84	1.665 **
Fuertes habilidades de negociación	3.96	4	3.07	4.72	1.655 **
Trabaja con rangos de personas	3.79	4	3.01	4.58	1.572 **
Estilo de manufactura participativo	3.65	4	2.86	4.45	1.588 **

Claramente se observa que los atributos con los valores más altos en la mediana son también los atributos con valores más bajos en el RI, lo cual indica que existe muy poca diferencia entre el primer y tercer cuartil, lo que se interpreta como una concordancia entre los encuestados de que efectivamente esos atributos son importantes para su desempeño. De la misma manera, los atributos con valores altos en su RI son los que tienen valores bajos en sus medianas, y tres de ellos son los que tienen una moda de cuatro, lo que significa que no existe un completo consenso en el valor que deben tener esos atributos.

Factibilidad del análisis factorial

Para determinar la factibilidad de aplicar el análisis factorial se estimó el índice KMO, el cual alcanzó un valor de 0.876, superior al valor de 0.8 recomendado como valor mínimo aceptable. Además, se calculó el determinante de la matriz de correlación, en el cual se obtuvo un valor de 0.001, y para la prueba de esfericidad de Bartlett se logró un valor aproximado de 1718.08 para la chi cuadrada, con 120 grados de libertad y una significancia de 0.000.

Con ello se concluyó que la aplicación de la técnica de análisis factorial era viable. Además, al analizar los elementos de la diagonal de la matriz anti-imagen de la matriz de correlaciones se determinó que existía una buena adecuación de la muestra.

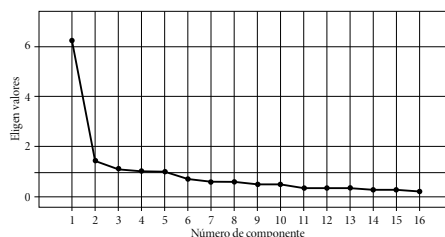
Análisis factorial

Después de ejecutar el análisis factorial bajo las condiciones descritas en la sección de metodología, se observó que solamente cinco variables latentes o factores poseen eigenvalores mayores a la unidad y que éstos pueden explicar 67.98 por ciento de la variabilidad de todos los datos. En el Cuadro 4 se ilustran los cinco factores con las soluciones iniciales y las soluciones rotadas; ahí se indica el porcentaje de variabilidad explicada por cada uno de éstos y el porcentaje acumulado. Además, en la Fig. 1 se ilustra el gráfico de sedimentación con una línea paralela a la altura de la unidad, para hacer referencia al valor de corte. Los cinco factores o variables latentes se componen de diferentes ítems, por lo que en el Cuadro 5 se exponen los ítems que los integran y una breve interpretación de los mismos.

Cuadro 4. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	6.259	39.121	39.121	2.341	14.628	14.628
2	1.427	8.921	48.043	2.245	14.031	28.659
3	1.127	7.041	55.084	2.208	13.802	42.461
4	1.062	6.635	61.719	2.150	13.436	55.897
5	1.002	6.265	67.983	1.934	12.087	67.983

Figura 1. Gráfico de sedimentación



Cuadro 5. Interpretación de los factores o variables latentes

Ítem	Carga factorial	Descripción
HabComuni	.813	<i>Comunicación y ejecución.</i> Este factor se refiere a la capacidad del ingeniero para comunicarse con el personal a su cargo y jefes inmediatos al interior de la empresa, así como con clientes y proveedores al exterior de la misma; además, integra las capacidades para ejecutar planes preestablecidos y que pueda dirigir el cambio, cualquiera que éste sea, como por ejemplo, ejecutar planes de trabajo y de producción.
HabCambio	.802	
HabEjePlan	.773	
HabVendId	.813	<i>Comercialización y personalidad.</i> Este factor combina la capacidad que tiene el ingeniero para vender ideas a las personas que lo rodean y que tenga una orientación hacia el cliente; además, integra una serie de atributos personales que incluyen el poder trabajar con personas de diferente mentalidad y que demuestre confianza en sí mismo.
TrabRangP	.716	
VisConfMis	.586	
OrieServCli	.543	
DesEntren	.764	<i>Organización.</i> Este factor se refiere a la capacidad que tiene el ingeniero para organizar a su personal para el desarrollo de planes de trabajo preestablecidos o que él genera, capacitarlos y entrenarlos en las tareas que les corresponden dentro de ese plan, motivarlos e integrarlos adecuadamente en un equipo confiable que garantice el logro de los objetivos.
HabOrgOtr	.718	
HabMot	.629	
ConsEqui	.554	
EscApoyEqu	.785	<i>Liderazgo.</i> En este factor se integra el estilo propio de liderazgo que tiene el ingeniero, la forma en que escucha a su personal e integra sus opiniones en los planes de trabajo y, finalmente, la habilidad para marcar objetivos para el grupo de colaboradores.
EstLider	.771	
HabMarObj	.626	
EstManufP	.837	<i>Manufactura y negociación.</i> Este factor se refiere a la forma de organizar los procesos de manufactura al interior de la empresa y las habilidades de negociación que debe de tener para llegar a acuerdos con sus subalternos y superiores, así como con clientes y proveedores.
FueHabNeg	.706	

Modelo de ecuaciones estructurales

Los modelos de ecuaciones estructurales se iniciaron con el desarrollo de un modelo de medida que integró los cinco factores identificados en el AFE y los ítems o factores que los integran, mismos que se presentan de dos maneras: con soluciones estandarizadas y sin soluciones estandarizadas.

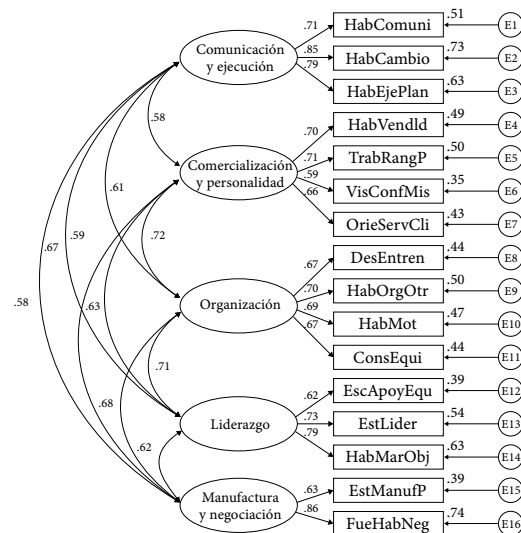
Modelos con soluciones estandarizadas

Se inició con el desarrollo de un modelo de medida que integró los cinco factores identificados en el AFE y los ítems o factores que los integran, mismo que se ilustra en la Fig. 2, donde se puede observar que las relaciones entre los cinco factores identificados en el AFE son altas, dado que los índices de correlación entre éstos así lo demuestran. Por ejemplo, el factor *comunicación y ejecución* tiene una correlación 0.58 con *manufactura y negociación*, y para el caso de *liderazgo* con *organización* es 0.71. Una interpretación similar es realizada para las demás relaciones entre los factores. Obsérvese que todos los índices de correlación entre ellos son mayores a 0.3 y las pruebas estadísticas demostraron que son significativas.

De la misma manera se pueden observar los coeficientes de regresión estandarizados de cada uno de los atributos, donde se observa que todos ellos son mayores a 0.5. Así, por ejemplo, *comunicación y ejecución* y el atributo *HabComuni* tienen un coeficiente de regresión de 0.71, lo cual indica que cuando la desviación estándar de *comunicación y ejecución* se incrementa en una unidad, *HabComuni* incrementa su desviación estándar en 0.71. De la misma manera, cuando *liderazgo* incrementa su desviación estándar en una unidad, *EstLider* lo hace en 0.73 unidades. Una interpretación similar puede ser aplicada a las demás relaciones entre los factores y los atributos que los componen.

Ahí mismo, en la Fig. 2, se ilustran los factores de correlación que los atributos tienen en función del factor que los explica y de su propio error de medida. Cabe señalarse que todos ellos son superiores al 0.3 recomendado. Así, se observa que *HabComuni* es explicado en un 51 por ciento por el factor *comunicación y ejecución* y el error denominado *E1*. De la misma manera, *manufactura y negociación* y el error *E16* pueden explicar 74 por ciento del atributo *FueHabNeg*. Una interpretación similar puede ser realizada con los otros atributos.

Figura 2. Modelo inicial con soluciones estandarizadas

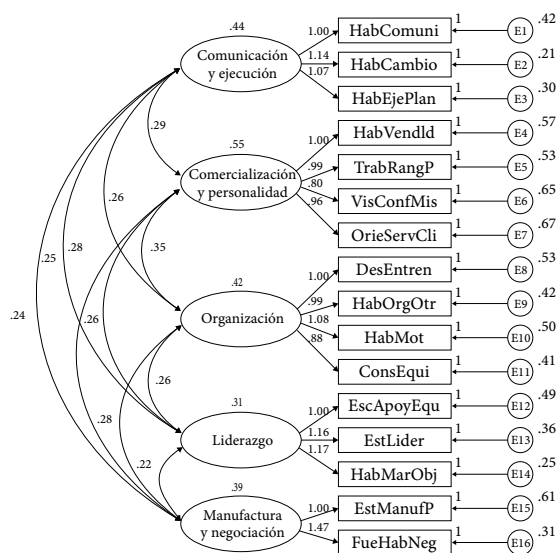


Modelo con soluciones no estandarizadas

En la Fig. 3 se ilustran el modelo inicial con sus valores de salida no estandarizados, donde se exponen las varianzas de los cinco factores, y las covarianzas de sus relaciones. Además, se indican los valores de las varianzas de los errores y los coeficientes de regresión no estandarizados entre los factores y los atributos.

Así, se puede observar que el factor *organización* tiene una varianza de 0.42 y que este mismo tiene una covarianza de 0.26 con *liderazgo*, una covarianza de 0.28 con *manufatura y negociación* y así sucesivamente. Se encontró que todas las varianzas y covarianzas son significativas. De la misma manera, se puede observar la varianza de los errores de los atributos, como por ejemplo, *E1* tiene 0.42, *E2* tiene 0.21 y así sucesivamente.

Figura 3. Modelo inicial con soluciones no estandarizadas



En relación a los coeficientes de regresión, se puede observar que cuando el factor *liderazgo* se incrementa en una unidad, el atributo *HabMarObj* lo hace en 1.17; y que cuando el factor *comercialización y personalidad* se incrementa en una unidad, el atributo *VisConfMis* lo hace en 0.8. Una interpretación similar es realizada para las demás relaciones entre los factores y los atributos que los componen.

Los índices de eficiencia de ese primer modelo se ilustran en el Cuadro 6, donde se observa que tiene un valor de chi cuadrada de 265.3 con 94 grados de libertad y cuya relación es de 2.823, por lo que el modelo cumple

con este parámetro. Se observa además que el valor del error RMR es 0.05, es decir, es el valor recomendado, pero el índice de bondad de ajuste GFI es menor al 0.9 recomendado, ya que alcanzó solamente el valor de 0.892 y el índice de parsimonia de la bondad de ajuste fue de 0.616, lo cual indica que es adecuada y no se viola el valor crítico de Hoelter, dado que para realizar inferencias sobre esos parámetros sólo se requerían 120 elementos en la muestra.

Aunque ese modelo cumplía con muchos de los parámetros de eficiencia, no cumplía el de bondad de ajuste, por lo que al analizar los índices de modificación para verificar

posibles relaciones se observó que, agregando una covarianza entre el error *E11* y *E14* se podía mejorar el modelo y disminuir el valor de la

chi cuadrada. Se ajustó el modelo agregando esa covarianza entre los errores y así se generó el modelo dos.

Cuadro 6. Medidas de eficiencia de los modelos

Modelo	CMIN	DF	CMIN/DF	RMR	GFI	CFI	PGFI	Hoelter	Modificación
1	265.3	94	2.823	0.05	0.892	0.901	0.616	120	E11 – E14
2	237.2	93	2.551	0.049	0.903	0.917	0.617	133	E3-E9
3	218	92	2.375	0.049	0.91	0.927	0.615	143	E7 – Manufactura y negociación
4	194.18	91	2.145	0.045	0.919	0.94	0.615	159	E6 – E15
5*	181.4	90	2.016	0.042	0.925	0.947	0.612	169	No se justifica el cambio según el CFI
6	195.29	92	2.133	0.044	0.919	0.94	0.622	160	Agregar Rel
7	195.6	93	2.103	0.044	0.919	0.941	0.628	161	Agregar Rel
8	195.62	94	2.081	0.044	0.919	0.941	0.635	163	Agregar R2
9	196	96	2.042	0.044	0.919	0.942	0.649	166	Agregar R2
10	196	97	2.021	0.044	0.919	0.943	0.655	167	Agregar Va1
11	196	98	2	0.044	0.919	0.943	0.662	169	Agregar Va2
12	196.04	99	1.98	0.044	0.919	0.944	0.669	170	Agregar Va3
13	196	100	1.96	0.044	0.919	0.946	0.676	172	Agregar Va4

En el modelo dos se observa claramente que el valor de chi cuadrada disminuyó en 28.1 unidades (265.3 del modelo uno vs. 237.2 del modelo dos), que el error RMR es menor al máximo recomendado y que el índice de bondad de ajuste es ya superior al 0.9 recomendado, con 0.903. Además, la diferencia entre los CFI es mayor al mínimo de 0.01 recomendado para justificar la modificación en el modelo (0.917–0.901=0.016), pero el número crítico de Hoelter fue de solamente 133, lo cual permitió realizar más modificaciones para mejorar el modelo.

En el modelo dos se agregó la covarianza entre los errores *E3* y *E9*, generando así el modelo tres. En el Cuadro 6 se observa que en los primeros cinco modelos se agregaron covarianzas entre los errores o parámetros del modelo, pero en la modificación que se realizó en el cuarto modelo, para generar el quinto, no se justificó tal modificación, dado que violaba la regla de cambios de acuerdo al índice de ajuste comparativo (CFI); esto se debe a que la

diferencia entre el quinto y el cuarto modelo fue menor a 0.01 (0.947–0.940=0.007). Por esta razón se no se realizaron más modificaciones y se consideró que el modelo cuatro era el ideal hasta el momento.

Obsérvese que del modelo uno al quinto se reduce en un grado de libertad de un modelo a otro, esto es debido a que se van agregando relaciones y parámetros por estimar; sin embargo, para generar el modelo seis se usó el modelo cuatro (recuérdese que el modelo cinco no se justificó) agregando relaciones que según los índices críticos de comparación indicaban que los parámetros tenían valor igual, ganando así grados de libertad para hacer las inferencias. Es por ello que del modelo seis en adelante, los grados de libertad se incrementan.

Se generaron un total de 13 modelos, agotando los índices de modificación que indicaban igualdad de parámetros. El modelo final tiene un valor de chi cuadrada de 196, con 100 grados de libertad, y su relación fue de 1.96,

con un valor del error RMR de 0.044, índice de bondad de ajuste GFI de 0.919 y parsimonia de 0.676, mientras que el valor crítico de Hoelter fue de solamente 172.

El modelo 13, o final, se ilustra en la Fig. 4, con sus valores estandarizados, y en la Fig. 5 con los valores no estandarizados. La interpretación de las relaciones es similar a la realizada en el modelo inicial, por lo que no se profundiza en el análisis.

Sin embargo, en estos modelos es necesario explicar que aparece una serie de covarianzas entre los errores, lo que indica que esos atributos no son totalmente independientes uno del otro; es posible, por lo tanto, que al momento de dar respuesta a algunos de

ellos por parte de los encuestados, estos ítems generaran confusión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en el análisis factorial exploratorio y el análisis factorial confirmatorio aplicado a una muestra de 271 ingenieros que laboran en la industria maquiladora de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, se puede concluir que existen cinco factores principales que pueden explicar 67.98 por ciento de la variabilidad de 16 atributos que son medidas del desempeño de ingenieros que manejan y administran personal.

Figura 4. Modelo final con valores no estandarizados

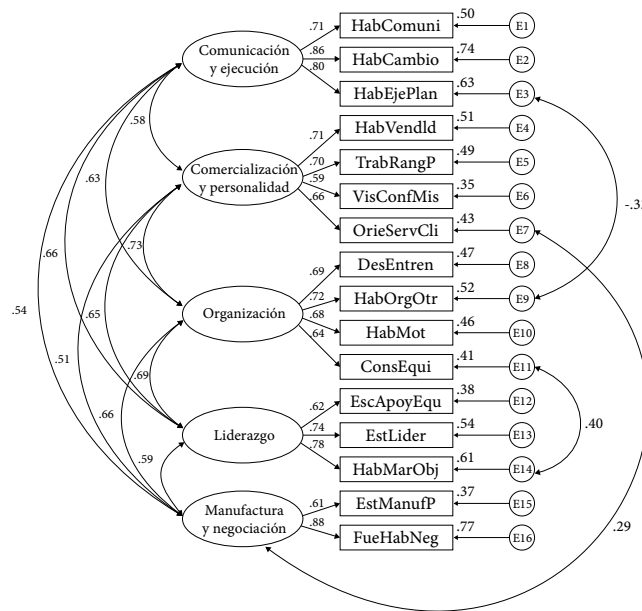
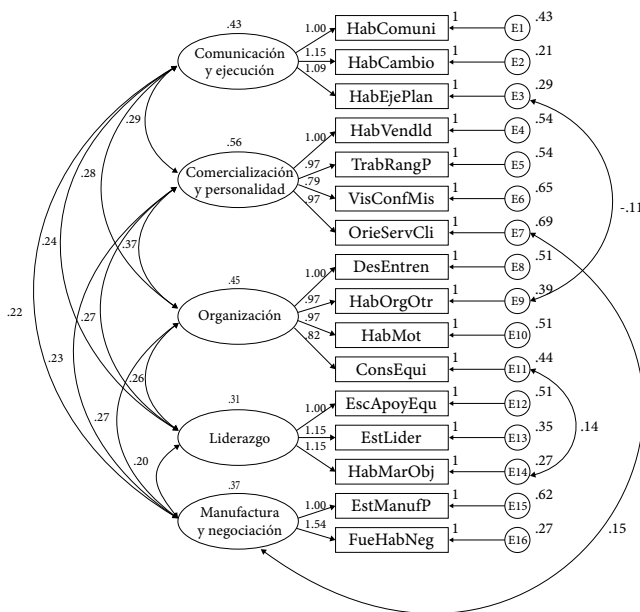


Figura 5. Modelo final con valores estandarizados



Es importante mencionar que los factores encontrados coinciden con algunas de las competencias señaladas por Tirado *et al.* (2007) para ingenieros industriales, por lo que se refuerza con evidencia empírica la necesidad de contar con las *capacidades blandas* que requieren los ingenieros. Los factores encontrados son asociados a la capacidad de comunicación y ejecución, la habilidades de comercialización y de personalidad propias del ingeniero, la capacidad de organización para el trabajo, el liderazgo que ejerce con el personal a su cargo y, finalmente, los conocimientos de tecnologías usadas en los procesos de manufactura y habilidades de negociación.

Por ello, se recomienda ampliamente lo siguiente:

1. A los ingenieros que se encuentren en puestos de nivel gerencial en las industrias maquiladoras, se les recomienda que busquen alcanzar los cinco factores anteriores, dado que su desempeño en relación a la administración de recursos humanos será medido con base en ellos.
2. A los estudiantes de ingeniería que aún no se desempeñan profesionalmente, se les recomienda que busquen adquirir esos conocimientos de administración de recursos humanos y que no sólo se enfoquen en aspectos técnicos, ya que, como Valle y Cabrera (2009) señalan, esos conocimientos tarde o temprano los deberán adquirir, ya que son parte de sus competencias laborales. De aquí se desprende la importancia de planear o diseñar su currículo incluyendo esas competencias (Vidal, 2003). Deben recordar que al ingresar al sector productivo de maquilas, generalmente ocuparán puestos de nivel de supervisión o superiores, por lo que siempre tendrán personal a su cargo. Una forma de adquirir esos conocimientos es inscribirse en cursos de tipo optativo con valor curricular que se ofrecen en casi todas las universidades.

FUTURAS INVESTIGACIONES

Como se mencionó anteriormente, el cuestionario aplicado contenía tres secciones principales enfocadas a atributos asociados al puesto y que han sido reportados por García

y Romero (2011); atributos asociados con la administración de personal y que son reportados en este trabajo; y atributos asociados a la personalidad propia del ingeniero, los cuales no han sido reportados y serán motivo de otros análisis en futuros trabajos.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, S. (2002), "Reprobación y deserción en el IPN", *Innovación Educativa*, vol. 6, pp. 48-57.
- BANARES-Alcantara, R. (2010), "Perspectives on the Potential Roles of Engineers in the Formulation, Implementation and Enforcement of Policies", *Computers and Chemical Engineering*, vol. 34, núm. 3, pp. 267-276.
- BENTLER, P.M. (1990), "Comparative Fit Indexes in Structural Models", *Psychological Bulletin*, vol. 107, pp. 238-246.
- BERDEK, R.H. y J.D. Jones (1990), "Economic Growth, Technological Change, and Employment Requirements for Scientists and Engineers", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 38, núm. 4, pp. 375-391.
- BOLLEN, K.A. y J. Liang (1988), "Some Properties of Hoelter's CN", *Sociological Methods and Research*, vol. 16, pp. 492-503.
- BROWNE, M.W. y R. Cudeck (1993), "Alternative Ways of Assessing Model Fit", en K.A. Bollen y J.S. Long (eds.), *Testing Structural Equation Models*, Newbury Park, Sage, pp. 136-162.
- BUFFA, E.S. (1984), *Meeting the Competitive Challenge*, Homewood, Dow Jones-Irwin.
- BYRNE, B.M. (1989), *A Primer of LISREL: Basic applications and programming for confirmatory factor analytic models*, Nueva York, Springer-Verlag.
- CARMINES, E.G. y J.P. McIver (1981), "Analyzing Models with Unobserved Variables", en G.W. Bohrnstedt y E.F. Borgatta (eds.), *Social Measurement: Current issues*, Beverly Hills, Sage, pp. 112-133.
- CARRINGTON, D., P. Strooper, S. Newby y T. Stevenson (2005), "An Industry-University Collaboration to Upgrade Software Engineering Knowledge and Skills in Industry", *Journal of Systems and Software*, vol. 75, núm. 1, pp. 29-39.
- COCHRAN, W.G. (1952), "The χ^2 Test of Goodness of Fit", *Annals of Mathematical Statistics*, vol. 23, pp. 315-345.
- CRONBACH, L.J. (1951), "Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests", *Psychometrika*, vol. 16, pp. 297-334.
- CUEVAS, Y. (2006), "Reseña del libro *Ingenieros en la industria manufacturera. Formación, profesión y actividad laboral*, de Estela Ruiz Larraguivel", *Perfiles Educativos*, vol. XXVIII, núm. 114, pp. 57-71.
- DENNEBERG, D. y M. Grabisch (2004), "Measure and Integral with Purely Ordinal Scales", *Journal of Mathematical Psychology*, vol. 48, núm. 1, pp. 15-27.
- DETTMER, J. (2003), "Ciencia, tecnología e ingeniería", *Revista de la Educación Superior*, núm. 128, pp. 29-58.
- DOWNEY, G. (2005), "Are Engineers Losing Control of Technology?", *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 83, núm. 6, pp. 583-595.
- FERNÁNDEZ, E. y E. Luna (2004), "Evaluación de la docencia y el contexto disciplinario: la opinión de los profesores en el caso de ingeniería y tecnología", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 23, núm. 9, pp. 891-911.
- GARCÍA, J.J. y J. Romero (2011), "Valoración subjetiva de los atributos que los ingenieros consideran requerir para ocupar puestos administrativos: un estudio en empresas maquiladoras de Ciudad Juárez", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 16, núm. 48, pp. 195-219.
- GARDUÑO, S. (1991), "El Palacio de Minería: historia de la ciencia en México", *Técnica y Humanismo*, núm. 63, pp. 22-26.
- GULLIKSEN, H. y J.W. Tukey (1958), "Reliability for the Law of Comparative Judgment", *Psychometrika*, vol. 23, pp. 95-110.
- HAMBLETON, R.K. (1994), "Guidelines for Adapting Educational and Psychological Tests: A progress report", *European Journal Psych Assess*, vol. 10, pp. 229-240.
- HANNA, B.G. (2008), "An Empirical Study of Income Growth and Manufacturing Industry Pollution in New England, 1980-1990", *Ecological Economics*, vol. 67, núm. 1, pp. 75-82.
- HAYES, R.H. y S.C. Wheelwright (1984), *Restoring Our Competitive Edge*, Nueva York, John Wiley.

- HOELTER, J.W. (1983), "The Analysis of Covariance Structures: Goodness-of-fit indices", *Sociological Methods and Research*, vol. 11, pp. 325-344.
- INGVAR, S. (1983), "The Role of Scientists and Engineers", *Technology in Society*, vol. 5, núm. 3-4, pp. 311-315.
- JONES, W.E. (2001), "Professional Success", *Journal of Equine Veterinary Science*, vol. 21, núm. 11, pp. 513-513.
- JÖRESKOG, K.G. (1969), "A General Approach to Confirmatory Maximum Likelihood Factor Analysis", *Psychometrika*, vol. 34, pp. 183-202.
- JÖRESKOG, K.G. y D. Sörbom (1984), *LISREL-VI User's Guide*, Mooresville, Scientific Software.
- JÖRESKOG, K.G. y D. Sörbom (1989), *LISREL-7 User's Reference Guide*, Mooresville, Scientific Software.
- KASSIM, H. y F. Ali (2010), "English Communicative Events and Skills Needed at the Workplace: Feedback from the industry", *English for Specific Purposes*, vol. 29, núm. 3, pp. 168-182.
- LETETIER, M., L. López, R. Carrasco y P. Pérez (2005), "Sistema de competencias sustentables para el desempeño profesional en ingeniería", *Revista Facultad de Ingeniería*, vol. 13, núm. 2, pp. 91-96.
- LÉVY, J.P. y M. Varela (2003), *Análisis multivariable para las ciencias sociales*, Madrid, Prentice Hall.
- LIKERT, R. (1932), "A Technique for the Measurement of Attitudes", *Archives of Psychology*, vol. 140, pp. 1-55.
- LÓPEZ-PUEYO, C., S. Barcenilla-Visus y J. Sanau (2008), "International R&D Spillovers and Manufacturing Productivity: A panel data analysis", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 19, núm. 2, pp. 152-172.
- MADDOCKS, A.P., J.G. Dickens y A.R. Crawford (2002), *The Skills, Attributes and Qualities of an Engineer, Encouraging Lifelong Learning by Means of a Web-based Personal and Professional Development Tool*, Manchester, International Conference on Engineering Education/University of Manchester-Institute of Science and Technology.
- MADSEN, J.B. (2010), "Growth and Capital Deepening Since 1870: Is it all technological progress?", *Journal of Macroeconomics*, vol. 32, núm. 2, pp. 641-656.
- MARQUIS, M.B. Trehan (2010), "Relative Productivity Growth and the Secular 'decline' of U.S. Manufacturing", *Quarterly Review of Economics and Finance*, vol. 50, núm. 1, pp. 67-74.
- MARSH, H.W. y D. Hocevar (1985), "Application of Confirmatory Factor Analysis to the Study of Self-Concept: First and higher-order factor models and their invariance across groups", *Psychological Bulletin*, vol. 97, pp. 562-582.
- MCDONALD, R.P. y H.W. Marsh (1990), "Choosing a Multivariate Model: Noncentrality and goodness of fit", *Psychological Bulletin*, vol. 107, pp. 247-255.
- MULDER, P., H.L.F. de Groot y M.W. Hofkes (2001), "Economic Growth and Technological Change: A comparison of insights from a neo-classical and an evolutionary perspective", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 68, núm. 2, pp. 151-171.
- MURPHY, T.P. (2006), "Judgment: The foundation of professional success", *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, vol. 58, núm. 4, pp. 185-194.
- NORDGAARD, A., R. Ansell, L. Jaeger y W. Drotz (2010), "Ordinal Scales of Conclusions for the Value of Evidence", *Science & Justice*, vol. 50, núm. 1, pp. 31-31.
- NORMAN, G.R. y D.L. Streiner (1996), "Componentes principales y análisis de factores", en G.R. Norman y D.L. Streiner, *Bioestadística*, Madrid, Mosby-Doyma Libros, pp. 129-142.
- NUNALLY, J.C. (1978), *Psychometric Theory*, Nueva York, McGraw Hill.
- NUNALLY, J.C. y H. Bernstein (1995), *Teoría psicométrica*, México, McGraw-Hill Interamericana de México.
- POLLANDT, S. y R. Wille (2005), "Functional Scaling of Ordinal Data", *Discrete Applied Mathematics*, vol. 147, núm. 1, pp. 101-111.
- RITTER, M., A.S. Sohal y B. D'Netto (1998), "Attributes of an Outstanding Manufacturing Manager", *International Journal of Manpower*, vol. 19, núm. 3, pp. 145-160.
- RUIZ, E. (2004), "Las nuevas tareas de los ingenieros en las industrias manufactureras. Hacia la desprofesionalización de la ingeniería", *Perfiles Educativos*, vol. XXVI, núm. 104, pp. 57-78.
- SAMSON, D., A. Sohal y E. Ramsay (1993), "Human Resource Issues in Manufacturing Improvement Initiatives. Case study experiences in Australia", *The International Journal of Human Factors in Manufacturing*, vol. 3, núm. 2, pp. 135-152.
- SKINNER, W. (1974), "The Focussed Factory", *Harvard Business Review*, vol. 52, pp. 113-121.
- STEIGER, J.H. y J.C. Lind (1980), "Statistically-Based Tests for the Number of Common Factors", Ponencia presentada en la Annual Spring Meeting of the Psychometric Society, Iowa City, 30 de mayo.
- TANAKA, J.S. y G.J. Huba (1985), "A Fit Index for Variance Structure Models under Arbitrary GLS Estimation", *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, vol. 38, pp. 197-201.
- TASTLE, W.J. y M.J. Wierman (2007), "Consensus and Dissent: A measure of ordinal dispersion", *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 45, núm. 3, pp. 531-545.

- TIRADO, L.J., J. Estrada, R. Ortiz, H. Solano, J. González, D. Alfonso, G. Restrepo, J.F. Delgado y D. Ortiz (2007), "Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales", *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, núm. 40, pp. 123-139.
- VALLE, M. y P. Cabrera (2009), "¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial? La percepción de los estudiantes", *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 50, núm. 4, pp. 1-14.
- VIDAL, M. (2003), "Diseño curricular por competencias", *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, vol. 17, núm. 3, pp. 1-8.
- WANG, J., G. Ge., Y. Fan., L. Chen., S. Liu, Y. Jin y J. Yu (2006), "The Estimation of Sample Size in Multi-stage Sampling and its Application in Medical Survey", *Applied Mathematics and Computation*, vol. 178, núm. 2, pp. 239-249.
- WHEATON, B. (1987), "Assessment of Fit in Overidentified Models with Latent Variables", *Sociological Methods and Research*, vol. 16, pp. 118-154.
- YUAN, T., K. Fukao y H.X. Wu (2010), "Comparative Output and Labor Productivity in Manufacturing between China, Japan, Korea and the United States for ca. 1935: A production-side PPP approach", *Explorations in Economic History*, vol. 47, núm. 3, pp. 325-346.