

VALORACIÓN SUBJETIVA DE LOS ATRIBUTOS QUE LOS INGENIEROS CONSIDERAN REQUERIR PARA OCUPAR PUESTOS ADMINISTRATIVOS

Un estudio en empresas maquiladoras de Ciudad Juárez

JORGE LUIS GARCÍA ALCARAZ / JAIME ROMERO GONZÁLEZ

Resumen:

El objetivo de este trabajo es identificar los principales factores que los ingenieros consideran que requieren para ocupar puestos administrativos en empresas maquiladoras y las relaciones que estos factores tienen entre sí. La identificación se hizo mediante un análisis factorial exploratorio y las relaciones de éstos a través de ecuaciones estructurales, aplicadas 271 ingenieros que laboran en maquiladoras de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, quienes respondieron una encuesta con 20 atributos. El cuestionario se validó mediante el índice Alfa de Cronbach y del análisis factorial se identificaron cinco factores relacionados con los conocimientos organizacionales, calificaciones terciarias, experiencia y conocimientos académicos, habilidades en manufactura y tecnologías de procesos. Los modelos de ecuaciones estructurales se validaron mediante la relación de chi-cuadrada y los grados de libertad (CMIN/DF), el índice de bondad de ajuste (GFI), el índice de ajuste comparativo (CFI) y la raíz media residual (RMR). De acuerdo con estos criterios el modelo final propuesto muestra un ajuste adecuado con los datos empíricos.

Abstract:

The objective of this study was to identify the main factors that engineers consider to be requirements for filling administrative positions in in-bond plants. The study also viewed the relations among such factors. The factors were identified through an exploratory factor analysis, while the relations among factors were determined by structural equations. The participants were 271 engineers working in in-bond plants in Ciudad Juárez, Chihuahua, Mexico, who responded to a survey of twenty attributes. The questionnaire was validated through the Cronbach Alpha index. The factor analysis defined five factors related to organizational knowledge, tertiary qualifications, academic experience and knowledge, manufacturing skills, and process technologies. The models of structural equations were validated by chi-square to degrees of freedom (CMIN/DF), the goodness of fit index (GFI), the comparative fit index (CFI) and the root mean square residual (RMR). According to these criteria, the final proposed model shows adequate fit with the empirical data.

Palabras clave: mejoramiento profesional, relación educación industria, ingenieros, administración, México.

Keywords: professional improvement, education/industry relations, engineers, administration, Mexico.

Jorge Luis García Alcaraz es profesor investigador del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Av. del Charro 450 Norte, 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. CE: jorge.garcia@uacj.mx

Jaime Romero González es profesor investigador en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. CE: jromero@uacj.mx

Introducción

Desde la década de 1980 se ha prestado atención a la manufactura como una ventaja competitiva para la organización y el desarrollo económico de un país. Literalmente se puede decir que un país con amplia industria manufacturera tiene un buen nivel económico y se han establecido relaciones entre estos dos índices (Skinner, 1974; Buffa, 1984; Hayes y Wheelwright, 1984). México no es la excepción y, específicamente en la frontera con Estados Unidos, la industria maquiladora tiene un papel importante en el desarrollo del país, y las exportaciones de este subsector representan, en las últimas tres décadas, hasta 50% del total exportado en manufacturas (Ludlow y De la Rosa, 2009).

A nivel empresa, numerosos estudios reportan el éxito que las organizaciones han logrado a través de sus operaciones de manufactura y de maquila (Samson, *et al.*, 1993; De la Garza, 2005); sin embargo, para lograr dicho éxito se requiere de ingenieros capaces, altamente calificados y motivados, los cuales deben estar enfocados en alcanzar la calidad y expectativas de los clientes con rapidez e innovación en sus productos y procesos de la empresa en que se desempeñan (Ritter, *et al.*, 1998; De la Garza, 2005).

Por ello, muchas investigaciones se han realizado para determinar la importancia del ingeniero en los sistemas de producción y manufactura y las competencias que éste debe tener (ver por ejemplo Tirado *et al.*, 2007). Algunos otros trabajos se han enfocado en determinar las funciones y la competencia que deben tener los ingenieros tanto a nivel operativo como administrativo (Tobon, 2004); sin embargo, pocos estudios se han centrado en determinar los atributos y cualidades que deben tener para lograr los objetivos estratégicos planeados por la organización.

Hoy en día, un ingeniero que se desempeña en la industria de la manufactura globalizada, específicamente en el área de la industria maquiladora, debe poseer conocimientos técnicos relevantes para el sector donde se desempeña, habilidades interpersonales altamente desarrolladas y sensibilidad humana, conocimientos de tecnologías avanzadas para la manufactura y de otras áreas funcionales dentro de la organización y una capacidad para aceptar y guiar el cambio (Ritter *et al.*, 1998), dado que generalmente ocupan puestos administrativos.

Otras investigaciones relacionadas con el papel del ingeniero en la industria se refieren a su formación académica, ignorando una serie de

atributos cualitativos que también estos profesionales consideran que les son evaluados al momento de medir su desempeño laboral. Dentro de esta corriente, algunos autores proponen una lista de atributos que pueden ser evaluados en un ingeniero, cualquiera que sea su disciplina y los dividen en cinco categorías (Maddock *et al.*, 2002); sin embargo, no declaran los niveles de importancia de cada una de esas categorías, ni las relaciones entre sí, donde se explique su dependencia e interrelación. Las categorías son:

- 1) conocimiento y capacidad de entendimiento;
- 2) habilidades intelectuales;
- 3) capacidades prácticas;
- 4) capacidades para transferencia de ideas; y
- 5) cualidades, donde se integra la capacidad de ser creativo.

Ritter *et al.* (1998) realizaron una investigación sobre los atributos que los ingenieros consideran que les son evaluados para medir su desempeño laboral y los dividieron en tres partes: *a*) relacionados con el puesto (16 ítems); *b*) vinculados con el manejo de personal (22 ítems) y *c*) personales o propios del ingeniero (23 ítems). Sin embargo, el estudio se limita a realizar un análisis de tipo descriptivo, donde se obtiene la media y desviación estándar de los atributos, que fueron evaluados en una escala del uno al cinco, donde el uno indicaba la nula importancia del atributo y el cinco, su importancia extrema. De este estudio se han traducido los 16 atributos relacionados con el puesto y con ellos se generó el primer cuestionario de campo que se aplicó.

Por su parte, Tirado *et al.* (2007) presentan una pirámide de las actividades que deben ser capaces de realizar los ingenieros industriales, según la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO) de Colombia y, en cada una de ellas, describen una serie de competencias propias, lo que les permitió construir un mapa para dicha especialidad de la ingeniería.

Además, Torres y Abud (2008), a través del análisis los criterios de evaluación y acreditación de 21 organismos internacionales, concluyeron que las habilidades del ingeniero industrial deben cubrir nueve atributos genéricos, los cuales integran a 45 de tipo específico. Los primeros se mencionan a continuación:

- 1) investigar, generar y gestionar información y datos;
- 2) analizar, plantear y solucionar problemas reales en ingeniería;
- 3) diseñar sistemas para resolver necesidades;
- 4) competencias complementarias;
- 5) comunicarse efectivamente;
- 6) relacionarse y trabajar en equipo;
- 7) fomentar el desarrollo propio y mejora continua;
- 8) comprometerse con la ética y la responsabilidad profesional, legal, social y medioambiental; y
- 9) valorar la diversidad social, artística y cultural.

Específicamente, en México se realizó un estudio en el que se describen las necesidades de formación académica, los contenidos de las asignaturas y la actividad laboral del ingeniero (Ruiz, 2004). Dos años más tarde, se reseña el trabajo anterior y se señala que son pocas las investigaciones en el campo de la enseñanza de la ingeniería (Cuevas, 2006) y que la mayoría de los trabajos se enfocan a conocer la historia de la ingeniería en México (Garduño, 1991), la enseñanza de matemáticas y química a estudiantes de ingeniería (Fernández y Luna, 2004), así como la reprobación y deserción de los estudiantes (Álvarez, 2002) y la vinculación de la ingeniería con la ciencia y la tecnología aplicada (Dettmer, 2003).

Sin embargo, al egresar los estudiantes de ingeniería de las universidades, por su formación académica, no ocupan posiciones operativas en las líneas de ensamble en las maquilas sino que, más bien, se desempeñan en puestos de supervisión o gerencia. La pregunta que cabe hacer entonces es, ¿cuáles son los atributos que los ingenieros consideran que les son evaluados para medir el desempeño en su puesto? Ante esta problemática de escasez de investigación relacionada con las verdaderas evaluaciones y necesidades en maquiladoras de México y, más aun, aquella relacionada con los atributos que los ingenieros consideran que les son evaluados para ocupar puestos administrativos en una empresa, el objetivo de este artículo es identificarlos a través de un análisis factorial exploratorio y determinar la relación que se establece entre dichos atributos y los factores mediante modelos de ecuaciones estructurales, dado que esta técnica ha sido poco usada para explicar fenómenos en el área educativa.

Actualmente existen importantes aplicaciones de esta técnica en la literatura; por ejemplo, Dias y McDermott (2006) generan relaciones

entre el rol de las instituciones, los sistemas educativos y de desarrollo para la formación de emprendedores; por su parte, Serrano *et al.* (2008) hacen una evaluación de programas de formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo; Krishnakumar y Ballon (2008) analizan las capacidades básicas en estudiantes de Bolivia y, finalmente, Sandoval-Hernández (2009) hace un estudio basado en la inequidad educativa en México.

Metodología

Esta investigación fue llevada a cabo en la industria maquiladora de Ciudad Juárez, Chihuahua, México en el periodo de enero a abril de 2010. La metodología empleada ha implicado el diseño de un instrumento de recolección de datos, el análisis de la información y la formulación del modelo de ecuaciones estructurales, por lo que se ha trabajado en diferentes etapas, mismas que se describen a continuación.

Identificación de los atributos, creación y aplicación del instrumento

Se identificaron 16 artículos relacionados con el tema, que son producto de investigaciones independientes y realizadas en diferentes países citados por Ritter *et al.* (1998) en un estudio realizado con ingenieros en Australia en 1997 (no se especifica la disciplina de los ingenieros) y que comprende alguna de las competencia profesionales mencionadas por Tirado *et al.* (2007) para ingenieros industriales en Colombia.

A esa lista se agregó el atributo relacionado con el dominio del idioma inglés ya que, como Vargas (2000) señala, las competencias del ingeniero tienen que ver con el relacionamiento social, el manejo de las tecnologías de la información y comunicación y el dominio de un segundo idioma.

Con los 17 atributos, se elaboró un cuestionario preliminar que fue aplicado en enero de 2010 a un total de 88 ingenieros de diferentes especialidades que laboran en la industria maquiladora de Ciudad Juárez. Sin embargo, se dejó espacio para que los encuestados, de manera libre, manifestaran otros atributos que les han sido evaluados en su desempeño y que no aparecían en el cuestionario. Fueron identificados tres nuevos atributos, teniendo así un total de 20 a evaluar mediante el cuestionario final, los cuales eran suficientes según Hambleton (1994), quien declara que un cuestionario debe tener al menos tres ítems y menos de treinta para representar una escala.

Los veinte atributos se listan en el cuadro 1 junto con una abreviatura que será usada a lo largo de este trabajo y debían ser contestados por los ingenieros en una escala Likert, tal como se indica en el cuadro 2, según fueran evaluados o no en el ingeniero encuestado.

CUADRO 1
Atributos y abreviaciones usadas

Atributo	Abreviación
Experiencia anterior en manufactura	ExpMan
Conocimiento y/o experiencia en relaciones industriales	ConRelInd
Competencia técnica	CompTec
Conocimiento en relación a la organización y sus mercados	ConOrg
Conocimientos generales del negocio	ConNeg
Conocimientos en Tecnología Avanzada para la Manufactura	ConTAM
Experiencia/habilidades comerciales	ExpHabCom
Calificaciones terciarias en manufactura/producción	CalTer
Conocimiento/experiencia en acreditaciones de calidad	ConCal
Conocimientos computacionales	ConComp
Experiencia relacionada a la industria	ExpInd
Calificaciones terciarias en negocios/manufactura	CalTerMan
Calificaciones terciarias en Calidad	CalTerCal
Calificaciones terciarias en Personal/recursos humanos	CalTerPer
Experiencia internacional	Explnter
Calificaciones de post grado en manufactura	CalPosgrado
Calificaciones terciarias en Contabilidad/Finanzas	CalConta
Experiencia en ventas/mercados	ExpVentas
Calificaciones terciarias en estudios computacionales	CalTERCComp
Hablar otro idioma además del español	HabIdio

Para la selección de los ingenieros encuestados, se solicitó a la Asociación de Maquiladoras Asociación Civil (AMAC) una lista de responsables de jefaturas, departamentos o gerencias (según la estructura organizacional) en las empresas asociadas. Se identificaron un total de 751 ingenieros con puestos administrativos y a todos ellos se les contactó vía telefónica para

invitarlos a participar en el estudio y, en caso de aceptar, acordar citas para aplicar la encuesta, aunque muchos prefirieron que se les hiciera llegar vía correo electrónico.

No todos los posibles encuestados respondieron en la primera cita, por lo que se acordó realizar un total de tres visitas para cumplir con dicha actividad y si no era suficiente se abandonaba la actividad. De la misma manera, a los ingenieros que prefirieron que la encuesta se les hiciera llegar vía correo electrónico, se les recordó a la segunda y tercera semanas de que se les había enviado inicialmente la encuesta y después de un mes el caso fue abandonado.

CUADRO 2
Escala utilizada

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 importante en la evaluación del desempeño del encuestado
4	El atributo es muy importante en la evaluación del desempeño del encuestado
5	El atributo es extremadamente importante en la evaluación del desempeño del encuestado

Fuente: Likert (1932)

Captura de la información y validación del cuestionario

En la segunda etapa se capturó la información del cuestionario en el software SPSS 18 y se procedió a validarla mediante el índice Alfa de Cronbach (IAC) (Cronbach, 1951) y la partición de la muestra en dos mitades (Christmann y Van Aelst, 2006). Además, se usó el IAC para buscar reducir el número de ítems requeridos para explicar la escala (Bodoff, 2008), buscando tener el mínimo de ítems para explicarla (Arce, 1994; Muñiz y Hambleton, 1996).

Análisis descriptivo

En el análisis descriptivo de la información se obtuvo la mediana y la moda como medidas de tendencia central, dado que los datos resultantes, aunque numéricos, estaban representados en una escala ordinal (Denneberg y Grabisch, 2004; Pollandt y Wille, 2005; Nordgaard *et al.*, 2010).

De la misma manera, como medida de dispersión se estimaron el primer y el tercer cuartiles, así como la diferencia entre éstos, que se denomina rango intercuartílico (RI) y representa 50% de los datos incluyendo la mediana, el cual está representado por el segundo cuartil (Tastle y Wierman, 2007).

Análisis Factorial Exploratorio (AFE)

Con la finalidad de determinar la factibilidad del análisis factorial, se analizó la matriz de correlaciones de los ítems y se observó que la mayoría de las correlaciones eran mayores a 0.3 (Nunnally, 1978; Nunnally y Bernstein, 1995), además se analizó la diagonal de la matriz anti-imagen de la de correlaciones para observar los índices de adecuación de la muestra. Asimismo, se obtuvo el índice KMO (Kaiser, Meyer, Olkin), mismo que debe ser mayor a 0.8 para aplicar el AFE (Nunnally y Bernstein, 1995). También se aplicó la prueba de esfericidad de Bartlett para medir la adecuación de la muestra y se analizaron las comunidades de cada uno de los atributos para analizar su contribución, estableciendo como punto de corte el 0.5 (Lévy y Varela, 2003, Camacho *et al.*, 2010).

Para determinar los factores críticos o variables latentes, se realizó un análisis factorial por el método de componentes principales usando la matriz de correlación para la extracción y se consideraron como importantes aquellos factores con un valor mayor o igual a la unidad en sus Eigenvalores (Norman y Streiner, 1996). Además, con la finalidad de obtener una mejor interpretación de los factores críticos, se realizó una rotación por el método Varimax (Lévy y Varela, 2003).

Creación de los Modelos de Ecuaciones Estructurales (MEC)

Con la finalidad de encontrar relaciones entre los factores del AFE, se realizaron modelos de ecuaciones estructurales, para lo cual se usó el software AMOS 18.

Se inició con un modelo de ecuaciones estructurales empírico, donde las relaciones se establecieron con base en la experiencia propia del autor y, para validarlas, se analizaron los valores de los parámetros obtenidos, su error estándar y se generó con esto una relación crítica de cada estimación bajo el supuesto de normalidad, haciendo inferencias a 95% de confianza estadística sobre los valores de los parámetros; así, las relaciones críticas con valores absolutos mayores a 1.96 desviaciones estándar (valor de corte

en la distribución normal para pruebas de hipótesis de dos colas a 95% de confianza) se consideran diferentes de cero (Browne y Cudeck, 1989), por lo que permanecían en el modelo y las triviales eran eliminadas, lo que permitió mejorar los modelos.

Con la finalidad de medir la eficiencia de los modelos de ecuaciones estructurales generados, se usó el valor mínimo de la χ^2 (CMIN) como medida del error, los grados de libertad del modelo (DF) y la relación de estos dos parámetros (CMIN/DF), el cual se sugiere que sea menor a tres (Wheaton *et al.*, 1977; Carmines y McIver, 1981; Marsh y Hocevar, 1985; Byrne, 1989 y 2009). Además, con la finalidad de obtener un modelo suficientemente explicativo, se usó el índice de bondad de ajuste (GFI), mismo que debe ser mayor a 0.9 (Jöreskog y Sörbom, 1984; Tanaka y Huba, 1985).

Con base en el modelo inicial se generaron otros, que se fueron mejorando en función de los índices de modificación, añadiendo relaciones que ayudaban a reducir el valor de la χ^2 (error del modelo) y con la pérdida mínima de grados de libertad (Jöreskog y Sörbom, 1989). Asimismo, se observó la mejoría en la probabilidad del error tipo I (p), el cual fue diferente en cada modelo (Cochran, 1952; Gulliksen y Tukey, 1958; Jöreskog, 1969). También, se analizó el índice comparativo de ajuste (CFI) para revisar la mejoría entre un modelo y su antecesor, aceptando un modelo sobre otro si la diferencia del CFI es mayor a 0.01 (Bentler, 1990; McDonald y Marsh, 1990) y se buscó mantener una medida aceptable del error de los modelos generados (RMSEA), el cual debe ser menor a 0.05 (Steiger y Lind, 1980; Browne y Cudeck, 1993).

Para observar la adecuación del tamaño de la muestra para cada uno de los modelos, se analizó el índice crítico N de Hoelter con un nivel de significancia del 0.05, equivalente a un 95% de confianza (Hoelter, 1983; Bollen y Liang, 1988).

Resultados

La división de las seis secciones depende de la información y el análisis que se presenta.

Validación del cuestionario

El IAC aplicado a los veinte atributos del cuestionario fue de 0.850; sin embargo, se observó que eliminando un ítem, el valor del índice alfa se incrementaba a 0.851, por lo que se eliminó (Conocimientos compu-

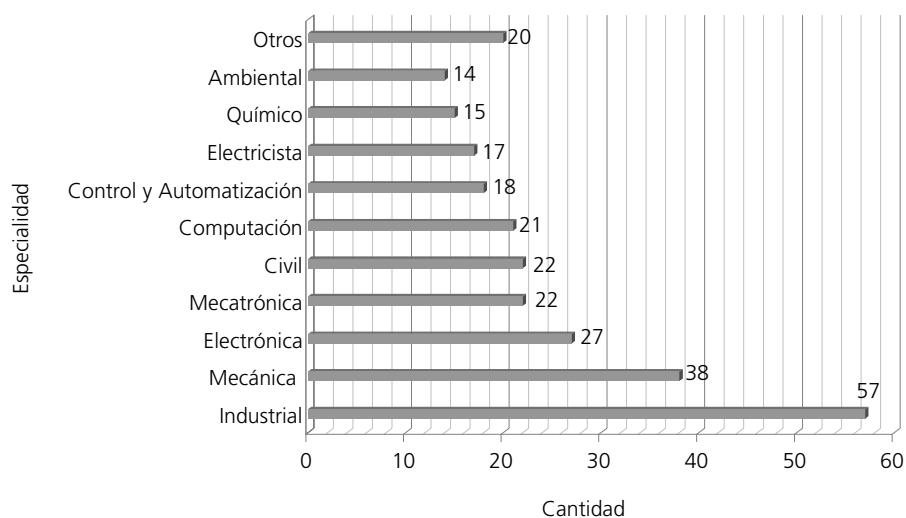
tacionales). Se volvió a validar el cuestionario y se observó que podía eliminarse otro atributo (Experiencia anterior en manufactura), quedando finalmente con un alfa de Cronbach de 0.852 y con 18 ítems, los cuales son los que se consideran en lo sucesivo en todos los análisis que se aplican a la información.

Composición de la muestra

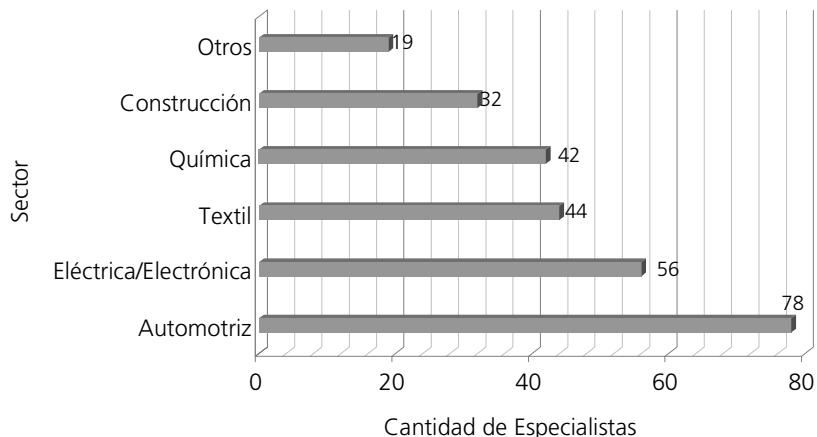
Un total de 271 cuestionarios válidos y 38 incompletos fueron recibidos de diferentes ingenieros en activo antes del 30 de abril de 2010 y 14 después del 30 de mayo de 2010, los que no fueron incluidos en el análisis aquí reportado. Las principales especialidades de la ingeniería que se encontraron aparecen en la gráfica 1 y en la gráfica 2 se ilustra el sector en que se desempeñan los ingenieros encuestados.

Según la gráfica 1, claramente se observa que los encuestados pertenecían en su mayoría a las ingenierías industrial, mecánica y eléctrica, y puede ser debido a que en la región de Ciudad Juárez existen instituciones que ofrecen esas profesiones. En relación con los sectores, la muestra estaba representada en su mayoría por el sector automotriz y eléctrico/electrónico, y ello es debido a que en esta ciudad se encuentran establecidas muchas empresas maquiladoras que son proveedoras de componentes de Ford y General Motors, entre otras.

GRÁFICA 1



GRÁFICA 2



Análisis descriptivo

En el cuadro 3 se ilustra el análisis descriptivo de los ítems, donde se puede observar que tres de éstos tienen medianas superiores a cuatro, que son el hablar otro idioma además del español, competencia técnica y experiencia relacionada con la industria. Esto se debe a que las empresas maquiladoras instaladas en Ciudad Juárez son en su mayoría extranjeras y el idioma que se habla cotidianamente es el inglés. El segundo atributo de la mediana está relacionado con la competencia técnica y se refiere a la capacidad demandada a los ingenieros-gerentes para resolver problemas de producción, tales como paros por descomposturas de maquinaria y equipo. Además, en el cuarto lugar descendente se encuentra el conocimiento que se tiene sobre las tecnologías avanzadas para la manufactura y es debido a que en Ciudad Juárez las empresas maquiladoras usan tecnologías de vanguardia en todos sus procesos de producción, coincidiendo en este hallazgo con Lara Rivero (2001).

En cuanto a la moda, es importante señalar que el único ítem o atributo que alcanzó el valor máximo de cinco, fue el hablar otro idioma además del español, lo cual indica que la mayoría de los encuestados lo consideran muy importante, coincidiendo en este ítem con De la Garza (2001); por otro lado, se observa que sólo dos ítems alcanzaron calificaciones de tres, que son la experiencia en venta/mercados y las calificaciones terciarias en contabilidad/finanzas, las cuales son consideradas una distorsión del quehacer profesional del ingeniero por Ruiz (2004).

CUADRO 3
Análisis descriptivo de los datos

Atributo	Mediana	Moda	Percentiles 25	Percentiles 75	RI
Hablar otro idioma además del español	4.2577	5	3.07	4.9948	1.9248*
Competencia técnica	4.1429	4	3.3764	4.7813	1.4049
Experiencia relacionada a la industria	4.1028	4	3.5125	4.671	1.1585+
Conocimientos en Tecnología Avanzada para la Manufactura	3.9803	4	3.2882	4.7639	1.4757
Conocimiento y/o experiencia en relaciones industriales	3.9793	4	3.4772	4.5817	1.1045+
Conocimientos generales del negocio	3.9783	4	3.2011	4.695	1.4939
Conocimiento/experiencia en acreditaciones de calidad	3.8265	4	3.0969	4.5924	1.4955
Conocimiento en relación a la organización y sus mercados	3.7755	4	3.0459	4.5266	1.4807
Experiencia/habilidades comerciales	3.7158	4	2.9386	4.5235	1.5849
Calificaciones terciarias en manufactura/producción	3.6337	4	2.8729	4.4313	1.5584
Calificaciones terciarias en estudios computacionales	3.5556	4	2.8231	4.3133	1.4902
Calificaciones terciarias en Calidad	3.5481	4	2.7623	4.3182	1.5559
Calificaciones terciarias en negocios/manufactura	3.5301	4	2.97239	4.0326	1.06021*
Calificaciones terciarias en Personal/recursos humanos	3.5208	4	2.6791	4.3493	1.6702
Calificaciones de post grado en manufactura	3.4455	4	2.6691	4.1479	1.4788
Experiencia en ventas/mercados	3.44	3	1.9832	4.2183	2.2351*
Experiencia internacional	3.4043	4	1.9	4.2313	2.3313*
Calificaciones terciarias en Contabilidad/Finanzas	3.2909	3	2.6003	3.8982	1.2979

En el cuadro 3 se expone además el rango intercuartílico (RI), donde a los atributos o ítems con valores más altos se les ha agregado un símbolo (*) y a los más bajos otro (+). Los valores altos indican poco consenso entre los encuestados y los tres ítems corresponden a la experiencia internacional, la experiencia en ventas y mercados y, hablar otro idioma además del español. En relación con los valores bajos, éstos corresponden a las calificaciones terciarias en negocios/manufactura, conocimientos y/o experiencia en relaciones industriales y experiencia vinculada con la industria en la cual se desempeñan.

Factibilidad del Análisis Factorial

El índice KMO alcanzó un valor de 0.819, lo cual indicó que era viable aplicar AFE. Estuvo corroborado por el valor del determinante de la matriz de correlación, mismo que fue de 0.007 y por la prueba de esfericidad de Bartlett, en la cual se obtuvo un valor de la chi cuadrada de 1302 con 153 grados de libertad y una significancia de 0.000. Se analizó la matriz anti-imagen y se observó que todas las medidas de adecuación de la muestra eran mayores a 0.3, por lo que el análisis factorial se realizó sobre los 18 ítems o atributos.

Análisis Factorial

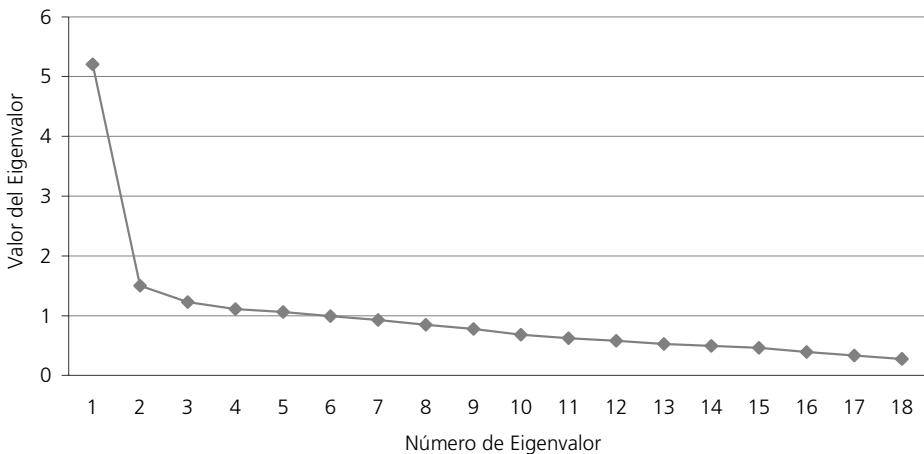
En el AFE se identificaron cinco variables latentes con Eigenvalores mayores a la unidad y explicaban 56.12% de la variabilidad de los datos. En el cuadro 4 se ilustran los cinco factores, con las soluciones iniciales y las rotadas, donde se indica el porcentaje de variabilidad explicada por cada uno y el porcentaje acumulado. Se observa que el primer componente explica 14.32% de la variabilidad rotada, el segundo el 11.650, el tercero el 11.105 y así sucesivamente.

CUADRO 4
Varianza total explicada

Factor	Eigenvalor inicial			Valores rotados		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5.207	28.926	28.926	2.578	14.320	14.320
2	1.499	8.326	37.252	2.097	11.652	25.972
3	1.225	6.804	44.056	1.999	11.105	37.077
4	1.112	6.179	50.235	1.937	10.760	47.836
5	1.059	5.882	56.117	1.490	8.280	56.117

De la misma manera, en la gráfica 3 se ilustra la sedimentación, donde se muestra el valor de los Eigenvalores contra el orden de los mismos. Después del quinto eigenvalor hay valores por debajo de la unidad, por lo cual serán excluidos del análisis, centrándose el estudio solamente en los primeros cinco.

GRÁFICA 3
Gráfico de sedimentación



Los cinco factores o variables latentes identificados se componen de diferentes ítems, por lo que en el cuadro 5 se expone una composición de los mismos, donde aparecen los cinco factores, los ítem que los componen, sus cargas factoriales y una breve interpretación de los mismos. Algunos ítems no aparecen en ningún factor dado que su carga factorial es menor al valor de corte pre establecido.

Cabe mencionar que, de acuerdo con lo descrito por Maddocks *et al.* (2002), es posible relacionar algunos de los factores reportados en los encontrados en el análisis factorial de este trabajo. Por ejemplo, conocimientos y capacidad de entendimiento puede integrar a Empresa y giro y Sistemas de calidad y acreditaciones terciarias; mientras que habilidades intelectuales puede integrar a Academia y finanzas, y capacidades prácticas puede incluir a Procesos de fabricación y Tecnologías de fabricación.

De la misma manera, aun cuando este estudio está focalizado en el análisis de los atributos relacionados con la posición de los ingenieros en la industria, se encuentra gran similitud con las nueve categorías de competencias que mencionan Torres y Abud (2008) y que exponen en 45 habilidades, actitudes, conocimiento y valores. De la misma manera, hay similitudes con algunas competencias globales y unidades y elementos de competencia reportados por Tirado *et al.* (2007).

CUADRO 5
Interpretación de los factores o variables latentes

Atributo	Carga factorial	Descripción del factor
Conocimiento en relación a la organización y sus mercados	0.7634	Empresa y giro. Se refiere a los conocimientos que tiene el ingeniero al interior y exterior de la empresa, así como al giro de la misma.
Conocimientos generales del negocio	0.7566	
Experiencia en ventas/mercados	0.5436	
Conocimiento/experiencia en acreditaciones de calidad	0.7343	Sistemas de calidad y acreditaciones terciarias. Se refiere a los conocimientos que tiene el ingeniero en relación con los sistemas de calidad de la empresa y a acreditaciones que ha recibido con base en necesidades propias.
Calificaciones terciarias en manufactura/producción	0.6923	
Calificaciones terciarias en estudios computacionales	0.5081	
Calificaciones de posgrado en manufactura	0.7358	Academia y finanzas. Se refiere a calificaciones que ha obtenido de algún posgrado y conocimientos contables y financieros.
Experiencia internacional	0.7112	
Calificaciones terciarias en contabilidad	0.6246	
Calificaciones terciarias en negocios/manufactura	0.7986	Procesos de fabricación. Se refiere a conocimientos de los procesos de producción y sus especificaciones de calidad.
Calificaciones terciarias en calidad	0.7675	
Conocimientos en tecnología avanzada para la manufactura	0.7680	Tecnologías de fabricación. Se refiere al conocimiento y manejo que tiene de las tecnologías de punta usados en procesos de fabricación.
Hablar otro idioma además del español	0.6830	

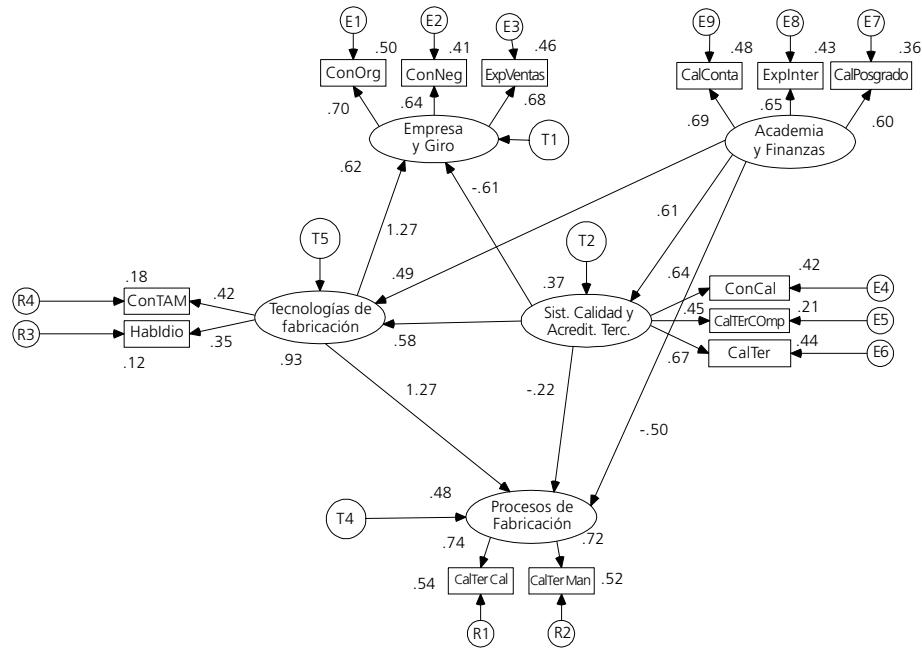
Modelos de ecuaciones estructurales

Se generó un total de doce modelos de ecuaciones estructurales, donde las variables en un rectángulo representan las observadas, las que están en una elipse representan las no observadas o latentes, una línea con flecha en un solo sentido indica la dependencia de una variable sobre otra y, finalmente, una línea con doble flecha indica correlación entre las variables (Hoelter, 1983; Byrne, 2009).

El modelo uno fue totalmente empírico y aparece en la gráfica 4, en el que se indican los valores estandarizados de los parámetros estimados. Así, se tiene que el factor Empresa y giro es explicado en 62% por los demás factores y Tecnologías de Fabricación es explicado en 93%, y así sucesivamente. Además, según el sentido de las flechas, se observa que el factor denominado Tecnologías de fabricación puede explicar a los Procesos de

fabricación y los conocimientos sobre la Empresa y giro, lo cual tiene lógica, ya que una empresa se dedica a producir lo que sus equipos y tecnologías le permiten y los coeficientes de correlación son 1.27 en ambos casos. Por su parte, el factor Academia y finanzas explica a los factores Tecnologías de fabricación, Sist. calidad y Acredit. terciarias y Procesos de fabricación y el coeficiente es de 0.49. Una interpretación similar es realizada para los otros factores que se desempeñan como variables independientes.

GRÁFICA 4
Modelo inicial de ecuaciones estructurales



Sin embargo, en este modelo inicial se analizaron los valores de los parámetros obtenidos como coeficientes de regresión estandarizados, así fue posible identificar según el teorema del límite central las relaciones que eran triviales, mismas que se fueron eliminando una a una, dado que según las pruebas de hipótesis realizadas, tenían valor de cero y no tenía caso que se representarán, dado que se perdía un grado de libertad.

En el cuadro 6 se ilustran los parámetros de eficiencia de doce modelos que se generaron. Así, se observa que el modelo 1 (modelo inicial) tenía un valor de χ^2 igual a 167.7, con 57 grados de libertad y la relación de éstos fue de 2.942, el cual podía ser un buen ajuste, dado que su valor era menor a 3, recomendado tradicionalmente (Byrne, 1989). Sin embargo, el valor de RMR fue de 0.073 y era mayor al 0.05 recomendado, aunque el valor de GFI indicaba un ajuste superior a 0.9; asimismo, se observó que el valor de RMSEA era mayor al 0.05 sugerido. Sobre este modelo es importante señalar que se requería un tamaño de muestra de 122 elementos para poder realizar inferencias con un 95% de confianza y se tenía una muestra de 271, por lo que eso indicaba que se podían realizar ajustes, buscando mejorar además los parámetros RMR y RMSEA que se violaban.

CUADRO 6
Evaluación de los MEE

Modelo	CMIN	DF	CMIN/DF	RMR	GFI	CFI	RMSEA	HOELTER	Relación
1	167.7	57	2.942	0.073	0.916	0.865	0.085	122	Sist. Calidad y Acredit. Terciarias-Procesos de Fabricación
2	167.8	58	2.893	0.074	0.916	0.866	0.084	124	Academia y Finanzas- Procesos de Fabricación
3	169.1	59	2.867	0.073	0.915	0.866	0.083	125	T5 = 0
4	170.5	60	2.842	0.071	0.914	0.865	0.083	126	Sist. Calidad y Acredit. Terciarias-Empresa y Giro
5	178.3	61	2.923	0.076	0.912	0.857	0.084	122	R3 – R4
6	160.8	60	2.68	0.070	0.919	0.877	0.079	133	CalConta-ExpVentas
7	132.6	59	2.248	0.064	0.932	0.91	0.068	159	CalTERCOMP-ExpVentas
8	107.2	58	1.849	0.056	0.945	0.94	0.056	194	E8 – E3
9	95.7	57	1.679	0.053	0.950	0.953	0.05	214	E6 – R2
10	85.1	56	1.52	0.051	0.951	0.965	0.044	237	E2 – R4
11	77.4	55	1.407	0.049	0.959	0.973	0.039	256	Var1
12	70.3	54	1.302	0.047	0.963	0.98	0.033	278	Viola el tamaño de la muestra

Se analizaron las relaciones críticas de cada uno de los parámetros estimados y se observó que el coeficiente de regresión entre los factores Sist. calidad y Acredit. terciarias y Procesos de fabricación tenía un valor menor a 1.96, por lo que se infería que el valor de ese parámetro es de cero. Se eliminó esa relación entre los factores dado que era trivial y se generó así el modelo dos, en el que claramente se observa que se gana un grado de libertad, dado que no se está estimando el parámetro de esa relación eliminada. En el modelo dos se observó que se debía eliminar la relación entre los factores de Academia y finanzas y Procesos de fabricación, dado que era trivial, generando así el modelo tres.

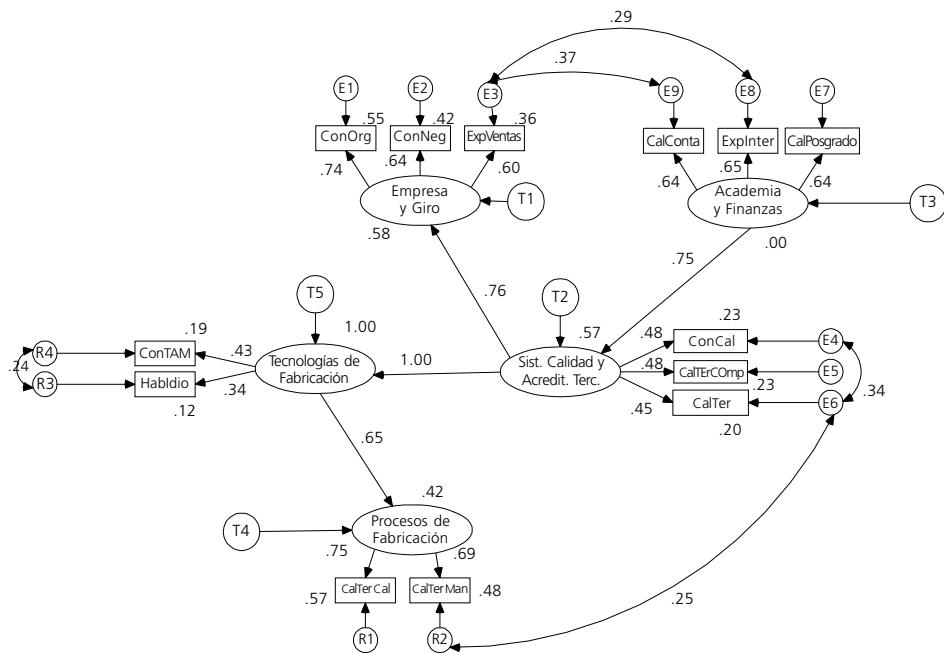
En el cuadro 6 de los primeros cinco modelos se quitaron relaciones entre factores dado que eran triviales y se identifica fácilmente debido a que los grados de libertad se van incrementando. Del modelo seis en adelante los grados de libertad se van reduciendo y eso significa que se van agregando relaciones, dado que el error del modelo se disminuía considerablemente, según lo indicaban los índices de modificación. Para el caso específico del modelo seis, éste se generó agregando la relación entre el error R4 (conocimiento en tecnología avanzada de manufactura) y R3 (hablar otro idioma).

Analizando la información contenida en el cuadro 6, se observa que el parámetro CMIN/DF desde el modelo uno fue menor a tres, porque el modelo podía calificarse como aceptable y lo mismo se observa para el GFI, el cual desde el modelo uno alcanzó valores superiores a 0.90; sin embargo, RMR alcanzó un valor menor a 0.050 hasta el modelo once y el RMSEA hasta el nueve. Así, en el once se cumplían todas las especificaciones de eficiencia del modelo, por lo que se generó el doce dado que el tamaño de la muestra lo permitía, pero este modelo dio un valor crítico de Hoelter de 278, lo que indicaba que se requería un tamaño de muestra de esa magnitud para hacer las inferencias, lo que violaba la restricción de la cantidad de casos que se tenían en la base de datos, que era de 271. Por ello, se decidió dejar de realizar ajustes al modelo y se considera que el modelo final es el número once y es el que se indica en la gráfica 5.

Según los sentidos de las flechas que se tienen en el modelo de ecuaciones estructurales que aparecen en la gráfica 5, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Los conocimientos que se tienen sobre la empresa y su giro están explicados por las tecnologías de fabricación instaladas, ya que cuando la desviación estándar del primer factor se incrementa en una unidad, el segundo lo hace en 0.55 unidades.
- De la misma manera, el factor de Tecnologías de fabricación explica al de Procesos de producción, lo cual es lógico, ya que las empresas definen sus procesos de manufactura y aplican planes de aseguramiento de la calidad en función de las tecnologías que tengan en su sistema de producción. Este factor es explicado en un 33% y es significativo; además, el coeficiente de regresión estandarizado es de 0.57, con signo positivo, lo que indica que cuando el primer factor se incrementa en una unidad de desviación estándar, el segundo lo hace en 0.57.

GRÁFICA 5
Modelo final de ecuaciones estructurales



- El factor de Tecnologías de fabricación está en función del factor de Academia y finanzas y Sist. calidad y Acred. terciarias, lo cual indica que a mayores conocimientos académicos y mejor preparación en sistemas de calidad, se tendrá un mejor entendimiento de las tecnologías de fabricación que se requieren en la empresa. Este factor es explicado en su totalidad por los factores independientes y los coeficientes de regresión estandarizados para Academia y finanzas es de 0.68 y para los Sist. de calidad y Acredit. terciarias es de 0.45, ambos con signo positivo, lo que indican que un incremento de una unidad en la desviación estándar en estos dos factores, representa un incremento de 0.68 y 0.45 unidades en Tecnologías de fabricación, en el factor dependiente.
- Finalmente, el factor Sist. calidad y Acredita. terciarias es explicado por el factor denominado Academia y finanzas, su coeficiente de correlación es de 0.29, con valor del coeficiente de regresión estandarizado de 0.54 con signo positivo.
- Asimismo, se observa que existe una serie de relaciones entre los atributos o ítems; por ejemplo, se observa que CalConta puede explicar la ExpVentas y que existe un valor de 0.34 para el coeficiente de regresión, lo que indica que una persona con experiencia en contabilidad puede tenerla también en ventas. Además, quien tiene experiencia en ventas, seguramente ha recibido alguna serie de calificaciones terciarias en computación, ya que el control contable en la actualidad es con un software especializado.
- De la misma manera, se observa una serie de autocorrelaciones entre errores, lo que representa la relación existente entre dos variables en las que no se ha hipotetizado el sentido de la misma (Sandoval-Hernández, 2009). Ese problema es muy claro en los atributos CalTerMan y CalTer, los cuales se refieren a calificaciones terciarias de los sistemas de manufactura y del negocio, así como de los sistemas de producción.

Conclusiones y recomendaciones

Según los resultados presentados en el cuadro 4 y de la muestra analizada, se puede concluir que los ingenieros que ocupaban puestos administrativos son aquellos que tenían un buen entendimiento de la organización de su empresa –tanto al interior como al exterior– y amplios conocimientos sobre el mercado de los productos que se fabrican en la empresa donde

laboran, ya que ello explica el 28.92% de toda la variabilidad de los ítems analizados cuando aún no han sido rotados; y se puede observar que los otros cuatro factores en conjunto explican solamente el 27.11 por ciento.

Es importante señalar que en este punto se concuerda con lo encontrado con Tirado *et al.* (2007), quien declara que en especial el ingeniero industrial requiere de competencias para gerenciar la empresa o las áreas funcionales mediante conocimientos propios de ésta, atendiendo las necesidades del cliente y gestionar el desarrollo de nuevos productos y procesos con el uso de equipo adecuado.

Con respecto al segundo factor, se concluye que los ingenieros deben ser personas abiertas a capacitarse y acreditarse en procesos de calidad y las certificaciones que para ello existen, muy propias de las necesidades de la empresa, por lo que se concuerda con Tirado *et al.* (2007), quienes mencionan que una de las competencias del ingeniero debe estar relacionada con la gestión de la calidad en los procesos, productos y servicios; además, Torres y Abud (2008) declaran que un ingeniero industrial exitoso debe poder aplicar conocimientos de calidad, ergonomía y seguridad industrial, así como tener un compromiso con estos rubros.

En relación con el tercer factor, en este estudio se han encontrado similitudes con los de Tirado *et al.* (2007) y los de Torres y Abud (2008), quienes mencionan que se deben poder aplicar conocimientos de ingeniería económica, donde se analizan aspectos de finanzas y dominar un área de especialidad, los cuales se pueden lograr mediante algún posgrado. En el cuarto y quinto factores se hace hincapié en los conocimientos que se tienen de los procesos de fabricación y la tecnología implantada. Estos puntos también coinciden con los encontrados por Torres y Abud (2008) y Tirado *et al.* (2007).

Por lo anterior, se recomienda que los ingenieros, al ser contratados en una empresa y ser asignados a un puesto administrativo, deben buscar conocer la organización y su estructura, los canales de mando y sus representantes ante las diferentes instancias, procurar identificar claramente los clientes y los productos que se fabrican en la empresa, los requerimientos de calidad que deben cumplir dichos productos y los procesos de producción requeridos, incluyendo las maquinarias usadas para ello. Además, como menciona Letelier *et al.* (2005), esto implica un gran esfuerzo por parte del ingeniero, ya que debe existir autoaprendizaje y autodidactismo en muchos ámbitos que encontrará con lo que llaman *práctica profesional*.

Finalmente, como futuras investigaciones queda abierta la incorporación de una variable que ayude a determinar los niveles de satisfacción que el ingeniero tiene en su puesto de trabajo y otra que determine la satisfacción que percibe en relación con la preparación recibida por parte de las instituciones educativas, lo cual permitirá identificar el tipo de ingenieros que se están preparando en éstas y analizarlo como variables de salida en un modelo de ecuaciones estructurales.

Referencias

Álvarez, S. (2002). "Reprobación y deserción en el IPN", *Innovación Educativa*, núm. 6, Instituto Politécnico Nacional, pp. 48-57.

Arce, C. (1994). *Técnicas de construcción de escalas psicológicas*. Madrid, España: Síntesis.

Bentler, P. M. (1990). "Comparative fit indexes in structural models", *Psychological Bulletin*, 107, pp. 238-246.

Bodoff, D. (2008). "Test theory for evaluating reliability of IR test collections", *Information Processing and Management*, 44 (3), pp. 1117-1145.

Bollen, K. A. y Liang, J. (1988). "Some properties of Hoelter's CN", *Sociological Methods and Research*, 16, 492-503.

Browne, M. W. y Cudeck, R. (1989). "Single sample cross-validation indices for covariance structures", *Multivariate Behavioral Research*, 24, pp. 445-455.

Browne, M. W. and Cudeck, R. (1993). "Alternative ways of assessing model fit", en Bollen, K. A. y Long, J. S. (eds.) *Testing structural equation models*. Newbury Park, CA: Sage, pp. 136-162.

Buffa, E. S. (1984). *Meeting the Competitive Challenge*. Homewood, IL: Dow Jones-Irwin.

Burgess, R. G. (Ed), (1982). *Field Research: A Sourcebook and Field Manual*. Londres: Allen and Unwin

Byrne, B. M. (1989). *A primer of LISREL: Basic applications and programming for confirmatory factor analytic models*. Nueva York: Springer-Verlag.

Byrne, B. M. (2009). *Structural Equation Modeling With AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming*, Multivariate Applications Series. Routledge Academic, 2da. ed.

Camacho, A.; Simmons, A. N.; Ng, B.; Matthews, S. C. y Akiskal, H. S. (2010). "A factor analysis of different temperament domains in a border region in rural Southern California", *Journal of Affective Disorders*, 126 (1-2), p. 46.

Carmines, E. G. y McIver, J. P. (1981). "Analyzing models with unobserved variables", en Bohrnstedt, G. W. y Borgatta, E.F. (eds.) *Social measurement: Current issues*. Beverly Hills: Sage.

Christmann, A. y Van Aelst, S. (2006). "Robust estimation of Cronbach's alpha", *Journal of Multivariate Analysis*, 97 (7), pp. 1660-1674.

Cronbach, L. J. (1951). "Coefficient alpha and the internal structure of tests", *Psychometrika*, 16, pp. 297-334.

Cochran, W. G. (1952). "The χ^2 test of goodness of fit", *Annals of Mathematical Statistics*, 23, pp. 315-345.

Cuevas Cajiga, Y. (2006). "Reseña del libro de Estela Ruiz Larraguivel *Ingenieros en la industria manufacturera. Formación, profesión y actividad laboral*", *Perfiles Educativos*, vol. 28, núm.114. (México: IISUE), pp. 190-194.

De la Garza, E. (2001). *Tratado latinoamericano de sociología del trabajo*. México: El Colegio de México.

De la Garza, T. E. (2005). "Modelos de producción en el sector maquilador: tecnología, organización del trabajo y relaciones laborales", *Revista Contaduría y Administración*, 215, pp. 91-124.

Denneberg, D. y Grabisch, M. (2004). "Measure and integral with purely ordinal scales", *Journal of Mathematical Psychology*, 48 (1), pp15-27.

Dettmer, J. (2003). "Ciencia, tecnología e ingeniería", *Revista de la Educación Superior*, núm. 128. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, pp. 29-58.

Dias, J. y McDermott, J. (2006). "Institutions, education, and development: The role of entrepreneurs", *Journal of Development Economics*, 80 (2), pp. 299-328.

Fernández, E. y Luna, E. (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*. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, vol. 9 núm. 23, pp. 891-911.

Garduño, S. (1991). "El Palacio de Minería: historia de la ciencia en México", *Técnica y Humanismo*, 63, pp. 22-26.

Gulliksen, H. y Tukey, J. W. (1958). "Reliability for the law of comparative judgment". *Psychometrika*, 23, pp. 95-110.

Hambleton, R. K. (1994). "Guidelines for adapting educational and psychological tests: A progress report", *European Journal Psych Assess*, 10, pp. 229-240.

Hayes, R. H. y Wheelwright, S. C. (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*, 11, pp. 325-344.

Jöreskog, K. G. (1969). "A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis". *Psychometrika*, 34, pp. 183–202.

Jöreskog, K. G. y Sörbom, D. (1984). *LISREL- VI User's Guide*, 3ra. edición. Mooresville, IN: Scientific Software.

Jöreskog, K. G. y Sörbom, D. (1989). *LISREL-7 user's reference guide*. Mooresville, IN: Scientific Software.

Krishnakumar, J. y Ballon, P. (2008). "Estimating Basic Capabilities: A Structural Equation Model Applied to Bolivia", *World Development*, 36 (6), pp. 992-1010.

Lara-Rivero, A. (2001). "Convergencia tecnológica y nacimiento de las maquiladoras de tercera generación: el caso Delphi-Juárez", *Región y Sociedad*, XIII, 13(21), pp. 47-77.

Letelier, M.; López, L.; Carrasco, R. y Pérez, P. (2005). "Sistema de competencias sustentables para el desempeño profesional en ingeniería", *Rev. Fac. Ing. - Univ. Tarapacá*, 13(2), pp. 91-96.

Lévy, J. P. y Varela, M. (2003). *Ánalisis multivariante para las ciencias sociales*. Madrid: Prentice Hall.

Likert, R. (1932). "A Technique for the measurement of attitudes", *Archives of Psychology*, 140, pp. 1-55.

Ludlow, W. J. y De la Rosa, J. R. (2009). "Las exportaciones de maquila en México y el vínculo con las importaciones de EUA", *Ánalisis Económico*, 24(55), pp. 155-177.

McDonald, R. P. y Marsh, H. W. (1990). "Choosing a multivariate model: Noncentrality and goodness of fit", *Psychological Bulletin*, 107, pp. 247-255.

Maddocks, A. P.; Dickens, J. G. y Crawford, A. R. (2002). *The Skills, Attributes and Qualities of an Engineer, Encouraging Lifelong Learning by means of a Web-based Personal and Professional Development Tool*. Manchester: ICEE, UMIST.

Marsh, H. W. y Hocevar, D. (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*, 97, pp. 562-582.

Muñiz, J. y Hambleton, R. K. (1996). "Directrices para la traducción y adaptación de los test", *Papeles del Psicólogo*, 66, pp. 63-70.

Nordgaard, A.; Ansell, R.; Jaeger, L. y Drotz, W. (2010). "Ordinal scales of conclusions for the value of evidence", *Science and Justice*, 50(1), pp. 31-31.

Norman, G. R. y Streiner, D. L. (1996). "Componentes Principales y Análisis de Factores", en Norman, G. R. y Streiner, D. L. *Bioestadística*. Madrid: Mosby-Doyma Libros, pp. 129-142.

Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. Nueva York: McGraw Hill.

Nunnally, J. C. y Bernstein, H. (1995). *Teoría psicométrica*. México: McGraw-Hill Interamericana de México.

Pollard, S. y Wille, R. (2005). "Functorial scaling of ordinal data", *Discrete Applied Mathematics*, 147 (1), pp. 101-111.

Ruiz, E. (2004). "Las nuevas tareas de los ingenieros en las industrias manufactureras. Hacia la desprofesionalización de la ingeniería", *Perfiles Educativos*, 26(104), pp. 57-78.

Ritter, M., Sohal, A. S. and D'Netto, B. (1998). "Attributes of an outstanding manufacturing manager", *International Journal of Manpower*, 19(3), 1998, pp. 145-160.

Samson, D.; Sohal, A. y Ramsay, E. (1993). "Human resource issues in manufacturing improvement initiatives. Case study experiences in Australia", *The International Journal of Human Factors in Manufacturing*, 3(2), pp. 135-152.

Sandoval -Hernandez, A. (2009). *Towards a Realist methodology for School Effectiveness Research: A Case Study of Educational inequality from Mexico*. Tesis de doctorado en Educación en la University of Bath.

Serrano, J. M.; Moreno, T.; Pons, R. M. y Lara, R. S. (2008). "Evaluación de programas de formación de profesores en métodos de aprendizaje cooperativo, basada en

análisis de ecuaciones estructurales”, *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10, pp. 1-30.

Skinner, W. (1974). “The focussed factory”, *Harvard Business Review*, mayo-junio.

Steiger, J. H. y Lind, J. C. (1980). “Statistically-based tests for the number of common factors”, *Annual Spring Meeting of the Psychometric Society*, Iowa City.

Tanaka, J. S. y Huba, G. J. (1985). “A fit index for variance structure models under arbitrary GLS estimation”, *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 38, pp. 197-201.

Tastle, W. J. y Wierman, M. J. (2007). “Consensus and dissention: A measure of ordinal dispersion”, *International Journal of Approximate Reasoning*, 45 (3), pp. 531-545.

Tirado, L. J.; Estrada, J.; Ortiz, R.; Solano, H.; González, J.; Alfonso, D.; Restrepo, G.; Delgado, J. F. y Ortiz, D. (2007). “Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales”, *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 40, pp. 123-139.

Torres, F. y Abud, I. (2008). *Ánalisis mediante categorías universales de las competencias exigidas al Ingeniero Industrial por los organismos internacionales de acreditación*, XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Cádiz, España.

Tobon, S. (2004). *Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá, Colombia: Ediciones ECO.

Vargas, F. (2000). “De las virtudes laborales a las competencias clave: un nuevo concepto para antiguas demandas”, *Boletín Cinterfor*, 149, pp. 9-24.

Wheaton, B.; Muthén, B.; Alwin, D. F. y Summers, G. F. (1977). “Assessing reliability and stability in panel models”, en Heise, D. R. (ed.) *Sociological methodology 1977*. San Francisco: Jossey-Bass, 84-136.

Artículo recibido: 2 de agosto de 2010
Dictaminado: 13 de septiembre de 2010
Segunda versión: 11 de octubre de 2010
Aceptado: 11 de octubre de 2010